

# Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 3

**Vanessa Bordin Viera**  
**Natiéli Piovesa**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Vanessa Bordin Viera  
Natiéli Piovesan  
(Organizadoras)

# Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

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

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
158	<p>Inovação em ciência e tecnologia de alimentos 3 [recurso eletrônico] / Organizadoras Vanessa Bordin Viera, Natiéli Piovesan. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-7247-698-0 DOI 10.22533/at.ed.980190910</p> <p>1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin. II. Piovesan, Natiéli. III. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 664.07</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

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

No volume 1 o leitor irá encontrar 28 artigos com assuntos que abordam a inovação no desenvolvimento de novos produtos como sucos, cerveja, pães, *nibs*, doce de leite, produtos desenvolvidos a partir de resíduos, entre outros. O volume 2 é composto por 34 artigos desenvolvidos a partir de análises físico-químicas, sensoriais, microbiológicas de produtos, os quais tratam de diversos temas importantes para a comunidade científica. Já o volume 3, é composto por 24 artigos científicos que expõem temas como biotecnologia, nutrição e revisões bibliográficas sobre toxinfecções alimentares, probióticos em produtos cárneos, entre outros.

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

Vanessa Bordin Viera  
Natiéli Piovesan

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1 ..... 1**

BIOGERAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS A PARTIR DE CULTIVO FOTOAUTOTRÓFICO DE *Chlorella vulgaris*

Patrícia Acosta Caetano  
Pricila Nass Pinheiro  
Adrieni Santos de Oliveira  
Paola Lasta  
Patricia Arrojo da Silva  
Karem Rodrigues Vieira  
Mariana Manzoni Maroneze  
Andriéli Borges Santos  
Roger Wagner  
Eduardo Jacob Lopes  
Leila Queiroz Zepka

**DOI 10.22533/at.ed.9801909101**

### **CAPÍTULO 2 ..... 9**

EFEITO DAS FASES DO CRESCIMENTO CELULAR E DO FOTOPERÍODO NA LIPIDÔMICA DE *SCENEDESMUS OBLIQUUS*

Raquel Guidetti Vendruscolo  
Mariane Bittencourt Fagundes  
Mariana Manzoni Maroneze  
Eduardo Jacob-Lopes  
Roger Wagner

**DOI 10.22533/at.ed.9801909102**

### **CAPÍTULO 3 ..... 20**

PRODUÇÃO DE BENZOTIAZOLEM CULTIVO HETEROTRÓFICO MICROALGAL POR *PHORMIDIUM AUTUMNALE*

Patrícia Acosta Caetano  
Adrieni Santos de Oliveira  
Paola Lasta  
Patricia Arrojo da Silva  
Pricila Nass Pinheiro  
Karem Rodrigues Vieira  
Andriéli Borges Santos  
Roger Wagner  
Leila Queiroz Zepka  
Eduardo Jacob Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.9801909103**

**CAPÍTULO 4 ..... 28**

**PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS A PARTIR DE MICROALGAS CULTIVADAS EM ÁGUA RESIDUÁRIA**

Pricila Nass Pinheiro  
Adrieni Santos de Oliveira  
Paola Lasta  
Patricia Arrojo da Silva  
Patrícia Acosta Caetano  
Karem Rodrigues Vieira  
Andriéli Borges Santos  
Roger Wagner  
Eduardo Jacob-Lopes  
Leila Queiroz Zepka

**DOI 10.22533/at.ed.9801909104**

**CAPÍTULO 5 ..... 36**

**A CERVEJA E OS PRINCIPAIS CEREAIS UTILIZADOS EM SUA FABRICAÇÃO**

Natália Viviane Santos de Menezes  
Maryana Monteiro Farias  
Aline Almeida da Silva  
Cristiano Silva da Costa  
Amanda Rodrigues Leal  
Jéssica Cyntia Menezes Pitombeira  
Cícera Alyne Lemos Melo  
Theresa Paula Felix da Silva Meireles  
Sansão Lopes de Moraes Neto  
Lia Mara de Oliveira Pontes  
Indira Cely da Costa Silva

**DOI 10.22533/at.ed.9801909105**

**CAPÍTULO 6 ..... 48**

**ADITIVOS PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES - IMPLICAÇÕES E ALTERAÇÕES NA MICROBIOTA E HISTOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO**

Bruna Tomazetti Michelotti  
Ana Carolina Kohlrausch Klinger  
Bernardo Baldisserotto

**DOI 10.22533/at.ed.9801909106**

**CAPÍTULO 7 ..... 53**

**ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA SOJA E UM DE SEUS PRINCIPAIS PRODUTOS, O EXTRATO DE SOJA**

José Marcos Teixeira de Alencar Filho  
Andreza Marques Dourado  
Leonardo Fideles de Souza  
Valderez Aparecida Batista de Oliveira  
Pedrita Alves Sampaio  
Emanuella Chiara Valença Pereira  
Isabela Araujo e Amariz  
Morganna Thinesca Almeida Silva

**DOI 10.22533/at.ed.9801909107**

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>62</b>
APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS DO SORO DE QUEIJO	
Adriana Aparecida Bosso Tomal Maria Thereza Carlos Fernandes Alessandra Bosso Ariane Bachega Hélio Hiroshi Suguimoto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9801909108</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>73</b>
ENZIMAS INDUSTRIAIS E SUA APLICAÇÃO NA AVICULTURA	
Felipe Dilelis de Resende Sousa Túlio Leite Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9801909109</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>85</b>
ESTRATÉGIAS DE DESMISTIFICAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE DE COELHO NO PAÍS	
Ana Carolina Kohlrausch Klinger	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091010</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>91</b>
PEPTÍDEOS BIOATIVOS NO DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS E BIODEGRADÁVEIS PARA ALIMENTOS	
Josemar Gonçalves Oliveira Filho Heloisa Alves de Figueiredo Sousa Edilsa Rosa da Silva Mariana Buranelo Egea	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091011</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>103</b>
PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO DE SOFOROLIPÍDIO MICROBIANO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	
Christiane Aparecida Urzedo de Queiroz Victória Akemi Itakura Silveira Amanda Hipólito Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091012</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>115</b>
POTENCIAL ECONÔMICO DOS SUB-PRODUTOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE PESCADO: ESTUDO DE CASO DA FILETAGEM DE PEIXE NUMA EMPRESA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE VIGIA-PA	
Maurício Madson dos Santos Freitas Marielba de los Ángeles Rodríguez Salazar Mirelle de Oliveira Moreira Geormenny Rocha dos Santos Nádia Cristina Fernandes Correa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091013</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>133</b>
RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE <i>Listeria monocytogenes</i> ISOLADAS DE DERIVADOS LÁCTEOS E PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA	
Luciana Furlaneto Maia Michely Biao Quichaba Tailla Francine Bonfim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091014</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>144</b>
SCOPY (SYMBIOTIC CULTURE OF BACTERIA AND YEAST): TENDÊNCIAS EM SUCOS E EXTRATOS VEGETAIS	
Daiane Costa dos Santos Isabelle Bueno Lamas Josemar Gonçalves Oliveira Filho Mariana Buranelo Egea	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091015</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>157</b>
TOXINFEÇÕES ALIMENTARES VIRAIS: CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS VÍRUS, PREVENÇÃO, TRATAMENTO E MÉTODOS CLÍNICOS DE DIAGNÓSTICO LABORATORIAL POR QRT-PCR E BIOSSENSORES	
Karina Teixeira Magalhães-Guedes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091016</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>170</b>
USO DE CULTURAS PROBIÓTICAS EM PRODUTOS CÁRNEOS FERMENTADOS	
Nayane Valente Batista Ana Indira Bezerra Barros Gadelha Fernanda Keila Valente Batista Ísis Thamara do Nascimento Souza Jéssica Taiomara Moura Costa Bezerra de Oliveira Marcia Marcila Fernandes Pinto Nicolas Lima Silva Palloma Vitória Carlos de Oliveira Scarlett Valente Batista Vitor Lucas de Lima Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091017</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>180</b>
AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE RESTO-INGESTA EM RESTAURANTE INSTITUCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – BRASIL	
Elvis Pantaleão Ferreira Maria do Carmo Freitas Nascimento Patricia Fabris Barbara Gomes da Silva Fabiana da Costa Krüger Maria Veronica Freitas Nascimento	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091018</b>	

**CAPÍTULO 19 ..... 188**

**AVALIAÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL DOS PACIENTES EM TRATAMENTO DE UM CENTRO DE ESPECIALIDADES EM ONCOLOGIA DE FORTALEZA-CE**

Danielle Maria Freitas de Araújo  
Débora Mendes Rodrigues  
Rute Mattos Dourado Esteves Justa  
André Penha Aguiar  
Caroline Neves Moreira  
Fátima Virgínia Gama Justi  
Juan de Sá Roriz Caminha  
Gabriella Araújo Matos  
Leonardo Lobo Saraiva Barros  
Ronaldo Pereira Dias  
Cássia Rodrigues Roque  
Daniel Vieira Pinto  
Cristhyane Costa Aquino

**DOI 10.22533/at.ed.98019091019**

**CAPÍTULO 20 ..... 199**

**ESTADO NUTRICIONAL MATERNO E INDICADORES NUTRICIONAIS ASSOCIADOS AO PESO AO NASCER EM UM HOSPITAL DE REFERÊNCIA**

Joana Géssica de Albuquerque Diniz  
Hugo Demesio Maia Torquato Paredes  
Alice Bouskelá  
Camilla Medeiros Macedo da Rocha  
Flavia Farias Lima  
Fernanda Amorim de Moraes Nascimento Braga  
Maria Fernanda Larcher de Almeida  
Cleber Nascimento do Carmo  
Jane de Carlos Santana Capelli

**DOI 10.22533/at.ed.98019091020**

**CAPÍTULO 21 ..... 213**

**IMC DE PRÉ-PÚBERES DAS REDES DE ENSINO PÚBLICA E PRIVADA EM VITÓRIA DA CONQUISTA, BA, BRASIL**

Taylan Cunha Meira  
Ivan Conrado Oliveira  
Diego Moraes Leite  
Everton Almeida Sousa  
Carlos Alberto de Oliveira Borges  
Thiago Macedo Lopes Correia  
Luciano Evangelista dos Santos Filho  
Grazielle Prates Lourenço dos Santos Bittencourt

**DOI 10.22533/at.ed.98019091021**

**CAPÍTULO 22 ..... 221**

**IMPLANTAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO EM AGROINDÚSTRIAS QUE PRODUZEM PANIFICADOS E FORNECEM PARA A ALIMENTAÇÃO ESCOLAR**

Carla Cristina Bauermann Brasil  
Camila Patricia Piuco

**DOI 10.22533/at.ed.98019091022**

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>233</b>
PADRONIZAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE COLETA DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS PREPARADOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA PARA IDOSOS	
Andrieli Teixeira Corso	
Carla Cristina Bauermann Brasil	
Daiane Policena dos Santos	
Emanuelli Bergamaschi	
Fernanda Copatti	
Larissa Santos Pereira	
Tauani Lardini Tonietto	
Kellyani Souto Peixoto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091023</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>241</b>
SABOR, SAÚDE E PRAZER COM CHIA E LINHAÇA: PREPARAÇÕES SIMPLES E PRÁTICAS PARA O CARDÁPIO	
Lilia Zago	
Carolyne Pimentel Rosado	
Andreia Ana da Silva	
Natalia Soares Leonardo Vidal	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091024</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>257</b>
PERFIL LIPÍDICO DA POLPA E ÓLEO DA MACAÚBA ( <i>Acrocomia Aculeata</i> ) DO CARIRI CEARENSE	
Yoshihide Oliveira de Souza	
Guilherme Álvaro Rodrigues Maia Esmeraldo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.98019091025</b>	
<b>SOBRE AS ORGANIZADORAS</b> .....	<b>261</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>262</b>

# CAPÍTULO 1

## BIOGERAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS A PARTIR DE CULTIVO FOTOAUTOTRÓFICO DE *Chlorella vulgaris*

### **Patrícia Acosta Caetano**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Pricila Nass Pinheiro**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Adrieni Santos de Oliveira**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Paola Lasta**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Patricia Arrojo da Silva**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Karem Rodrigues Vieira**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Mariana Manzoni Maroneze**

Universidade Federal de Santa Maria,

Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Andriéli Borges Santos**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Roger Wagner**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Eduardo Jacob Lopes**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Leila Queiroz Zepka**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

**RESUMO:** As microalgas são uma fonte potencial de biomoléculas de interesse comercial devido ao seu perfil metabólico diversificado, capaz de sintetizar diferentes classes de compostos orgânicos. Como resultado, o trabalho avaliou a produção de compostos orgânicos voláteis com

descriptor de odor por *Chlorella vulgaris* em cultivo fotoautotrófico. Os experimentos foram realizados em biorreatores operando em modo descontínuo, alimentados com 2,0 L de meio sintético BG-11. As condições experimentais foram as seguintes: concentração celular inicial de 100 mg.L<sup>-1</sup>, reator isotérmico operando a uma temperatura de 26°C, densidade de fluxo de fótons de 150 μmol m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> e aeração contínua de 1VVM (volume de ar por volume de cultura por minuto) com a injeção de ar enriquecido com 15% de dióxido de carbono. Os compostos voláteis foram isolados por microextração em fase sólida aplicada em *headspace* a cada 24 horas durante 144 horas, separados por cromatografia gasosa e identificados por espectrometria de massas (HS-SPME-GC/MS). As principais biomoléculas encontradas foram álcoois (hexanol, 2-etilhexanol), aldeídos (hexanal, 2,4-decadienal), cetonas (acetofenona, carvona, β-ionona), terpenos (limoneno) e sulfurados (benzotiazol). O descriptor de odor dos compostos detectados nos experimentos foi principalmente classificado como frutado, verde, hortelã e floral. Em conclusão, os resultados mostraram que o cultivo fototrófico da *Chlorella vulgaris* pode ser um potencial biotecnológico para produzir aromas naturais.

**PALAVRAS-CHAVE:** microalgas, biomoléculas, fotoautotrófica

## BIOGENERATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS BY *Chlorella vulgaris* IN PHOTOAUTOTROPHIC CULTIVATION

**ABSTRACT:** Microalgae are a potential source of biomolecules of commercial interest due to their diversified metabolic profile, able to synthesize different classes of organic compounds. As a result, the work evaluated the production of volatile organic compounds with odor descriptor by *Chlorella vulgaris* in photoautotrophic cultivation. The experiments were carried out in bioreactors operating on batch mode, fed with 2.0 L synthetic BG-11 medium. The experimental conditions were as follows: initial cell concentration of 100 mg.L<sup>-1</sup>, isothermal reactor operating at a temperature of 26°C, photon flux density of 150 μmol m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup> and continuous aeration of 1VVM (volume of air per volume of culture per minute) with the injection of air enriched with 15% carbon dioxide. The volatile compounds were isolated by solid phase microextraction applied in headspace every 24 hours during 144 hours, separated by gas chromatography and identified by mass spectrometry (HS-SPME-GC/MS). The main chemical biomolecules were alcohols (hexanol, 2-ethylhexanol), aldehydes (hexanal, 2,4-decadienal), ketones (acetophenone, carvone, β-ionone), terpenes (limonene) and sulfur compounds (benzothiazole). The descriptor flavor of the compounds detected in experiments was mainly classified fruity, green, mint, and flowers. In conclusion, the results have shown that the phototrophic cultivation of the *Chlorella vulgaris* can be a potential biotechnological to produce natural flavors.

**KEYWORDS:** microalgae, biomolecules, photoautotrophic

## 1 | INTRODUÇÃO

As microalgas são organismos funcionalmente diversificados, são na sua maioria eucarióticos, aquáticos e fotossintéticos. Devido essa diversidade, esses microrganismos têm sido amplamente estudados (MARONEZE et al., 2016). Elas representam uma enorme biodiversidade da qual cerca de 40.000 já estão identificadas e/ou analisadas (HU et al., 2008).

A *Chlorella vulgaris*, é uma microalga unicelular que cresce em água doce que vem sendo amplamente estudada devido seu alto valor lipídico e proteico, também pela facilidade de cultivo utilizando nutrientes baratos com uma alta produtividade de biomassa (SAFI et al., 2014).

Dependendo das espécies, cultura e condições ambientais, as microalgas são capazes de produzir uma variedade de compostos orgânicos voláteis (COVs) (YE et al., 2018). A identificação detalhada de tais compostos é muito importante por causa de seus impactos diretos nas propriedades de aroma do produto final enriquecido com biomassa de microalgas (SANTOS et al., 2016).

O crescente interesse em produtos naturais estimula o desenvolvimento de tecnologias que empregam microrganismos, incluindo as microalgas, capazes de produzir compostos específicos (VIEIRA et al., 2019). Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi avaliar a biogeração de compostos orgânicos voláteis com descritores de odor a partir do cultivo fototrófico de *Chlorella vulgaris*.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Microalga e Meio de Cultura

Culturas axênicas de *Chlorella vulgaris* (CPCC90) foram utilizadas durante o estudo. As culturas em estoque foram mantidas e propagadas em meio BG11 (meio Braun-Grunow) (RIPPKA et al., 1979). As condições de incubação foram: temperatura de 25°C, densidade de fluxo de fótons de 15  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , e fotoperíodo de 12h.

### 2.2 Condições Experimentais

O experimento foi realizado em um fotobiorreator de coluna de bolhas (MARONEZE et al., 2016), operando sob regime de batelada, alimentado com 2L de meio BG11. As condições iniciais foram: concentração do inóculo de 100  $\text{mg.L}^{-1}$ , temperatura constante de 26°C, uma densidade de fluxo de fótons de 15  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  e aeração contínua de 1VVM (volume de ar por volume de meio por minuto) com ar enriquecido com 15% de dióxido de carbono.

## 2.3 Métodos analíticos

### 2.3.1 Isolamento dos compostos orgânicos voláteis

Os compostos voláteis foram isolados da matriz por meio de microextração em fase sólida do *headspace* do biorreator (HS-SPME) com fibra de divinilbenzeno/carboxeno/polidimetilsiloxano (DVB/Car/PDMS) (50/30  $\mu\text{m}$  de espessura de película  $\times$  20 mm; Supelco, Bellefonte, PA). Cada porção de 10mL de amostra foi colocada em um frasco contendo 3 g de NaCl e 10  $\mu\text{L}$  de uma solução padrão interno de 3-octanol foi adicionado. A fibra de SPME foi exposta no *headspace* do frasco contendo a amostra durante 45 min a 40°C, sob agitação constante (400 rpm) com uma barra de agitação magnética. Após esse período, a fibra foi removida do frasco e submetida à análise cromatográfica. O procedimento analítico foi realizado duas vezes e em duplicata. Portanto, os dados referem-se ao valor médio de quatro repetições (SANTOS et al., 2016).

### 2.3.2 Análise GC/MS

Os compostos voláteis foram analisados em um cromatógrafo a gás Shimadzu QP 2010 Plus acoplado a um espectrômetro de massa (Shimadzu, Kyoto, Japão). A fibra foi dessorvida termicamente por 10 min em um injetor split/splitless, operando no modo sem divisor (1,0 min divisor desligado) a 250 °C. O hélio foi utilizado como gás carreador a uma vazão constante de 1,6 mL.min<sup>-1</sup>. Os analitos foram separados em uma coluna capilar de sílica fundida DB-Wax, com 60 m de comprimento, 0,25 mm id e espessura de filme de 0,25  $\mu\text{m}$  (Chrompack Wax 52-CB). A temperatura inicial da coluna foi ajustada a 35°C por 5 min, seguido por um aumento linear de 5°C.min<sup>-1</sup> a 250°C, e esta temperatura foi mantida por 5 min. O detector MS foi operado em modo de ionização por impacto de elétrons +70 eV e os espectros de massa obtidos por varredura variaram de m/z 35 a 350. Os compostos voláteis foram identificados por uma comparação de espectros MS experimentais com a biblioteca informatizada (NIST MS Search). Além disso, o índice de retenção linear (LRI) foi calculado para cada composto volátil usando os tempos de retenção de uma mistura padrão de séries homólogas de parafinas (C6-C24) para auxiliar na identificação (ACREE E ARN, 2019).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 12 compostos orgânicos voláteis (aldeídos, álcoois, cetonas e sulfurado) com diferentes descritores de odores foram encontrados no cultivo fototrófico de *Chlorella vulgaris* e estão apresentados na Tabela 1. Dentre as classes químicas encontradas, benzotiazol (27,95%), 2-etilhexanol (12,46%) e 2,4-decadienal

(11,08%) foram os principais compostos identificados. Dos 16 compostos, 5 (hexanal, 6-metil-5-hepten-2-ona, hexanol, geranilacetona e  $\beta$ -ionona) e já foram descritos em outros estudos sobre a produção volátil da microalga (DURME et al., 2013; HOSOGLU, 2018).

Composto	LRI*	Descrição de odor	Área relativa (%)
hexanal	1084	grama, gordura	1,73
limoneno	1182	limão, cítrico	0,18
1,8-cineol	1193	especiarias, pungente	0,34
6-metil-5-hepten-2-ona	1327	nd*	1,73
hexanol	1360	flores, verde	1,80
2-etilhexanol	1487	rosa, verde	12,46
mentol	1642	menta	5,87
acetofenona	1645	flores, amêndoas	1,07
2,4-decadienal	1710	algas, gordura	11,08
geranilacetona	1840	flores, verde	4,07
benzotiazol	1896	borracha	27,95
$\beta$ -ionona	1912	flores, frutas	1,93
Outros Compostos			29,79
Total			100

Tabela 1. Compostos orgânicos voláteis produzidos por *Chlorella vulgaris* em reator fototrófico. A descrição de odor apresentada foi extraída da literatura em comparação ao nome do composto, coluna cromatográfica e índice de retenção (ACREE E ARN, 2019).

\*não descrito.

As microalgas são consideradas uma fonte potencialmente nova e valiosa de compostos biologicamente ativos para aplicações em vários setores da biotecnologia (LAURITANO et al., 2018). Berger (2009) relatou que aromas obtidos através de microrganismos podem competir com as fontes tradicionais. A elucidação das vias metabólicas, precursores e a aplicação da bioengenharia já resultaram em mais de 100 compostos aromáticos comerciais derivados da biotecnologia.

A  $\beta$ -ionona, geranilacetona e limoneno estão entre os principais terpenóides encontrados nos compostos orgânicos voláteis de microalgas. O limoneno quando possui uma alta produção, podem apresentar efeito inibitório sobre o crescimento das microalgas por induzir a degradação do pigmento fotossintético e conseqüentemente o declínio da capacidade fotossintética (ZHOU et al., 2016).

Na Figura 1 estão apresentados os compostos voláteis derivados da degradação de carotenoides ( $\beta$ -ionona, geranilacetona e 6-metil-5-hepten-2-ona) são classificados como odores frutados e florais, podendo contribuir positivamente no aroma da biomassa da microalga (ZUO, 2019). A presença destes compostos se deve a alta concentração de carotenoides na biomassa da *C. vulgaris* (PATIAS et al., 2017).

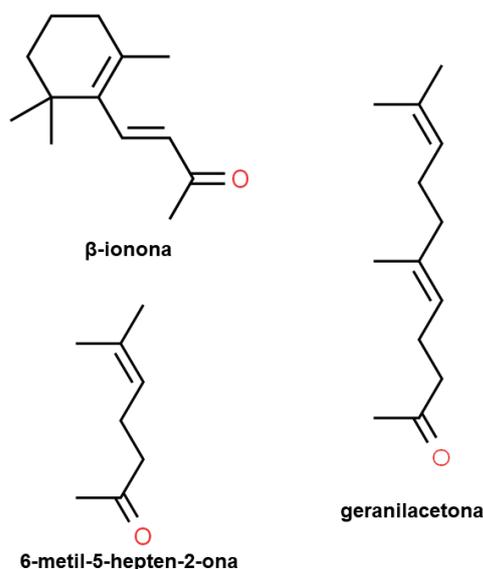


Figura 1. Compostos derivados da degradação de carotenoides.  
(Fonte: Chempider – Royal Society of Chemistry).

Derivados de lipídios, como aldeídos e álcoois, contribuem significativamente para a característica do aroma das microalgas, com isso o controle da oxidação lipídica deve ser recomendado (DURME et al., 2013; HOSOGLU, 2018). Os aldeídos, devido seu baixo limiar de odor, podem contribuir substancialmente para aromas desejáveis (notas verdes) e indesejáveis (gordura) (CZERNY et al., 2008; ZUO, 2019). Já o benzotiazol, que foi o composto de maior área encontrado, ele é derivado da degradação enzimática de aminoácidos, não possui um descritor de odor desejável, mas é muito utilizado nas indústrias químicas e farmacêuticas (VIEIRA et al., 2019; SRIVASTAVA et al., 2019).

Os avanços na biotecnologia de microalgas são o começo da produção microbiana como um meio viável de síntese bioquímica, emergindo como um meio alternativo para produção flexível, eficiente e de baixo impacto para produzir uma variedade de compostos voláteis industrialmente relevantes. Esta é uma ferramenta importante para avaliação de seus benefícios potenciais em diferentes aplicações.

#### 4 | CONCLUSÃO

A maioria dos voláteis encontrados contribuem positivamente para o aroma do reator microalgal, e são derivados principalmente de ácidos graxos e carotenoides. No entanto, somente a análise qualitativa não será suficiente para saber o seu real potencial biotecnológico na produção de compostos voláteis, pesquisas adicionais sobre o perfil de compostos orgânicos voláteis são necessárias para investigar mais amostras de espécies de microalgas, a fim de identificar os melhores candidatos potenciais para uso em uma nova geração de alimentos, rações, biocombustíveis,

produtos farmacêuticos e matéria-prima para química fina.

## REFERÊNCIAS

ACREE, T.; ARN, H. (2019) **Flavornet and human odor space**. Disponível em: <<http://www.flavornet.org>> Acesso em: 28 jul. 2019.

BERGER, R.G. **Biotechnology of flavours - the next generation**. Biotechnology Letters, v. 31, p. 1651–1659, 2009.

CZERNY, M.; CHRISTLBAUER, M.; CHRISTLBAUER, M.; FISCHER, A.; GRANVOGL, M.; HAMMER, M.; HARTL, C.; HERNANDEZ, N.M.; SCHIEBERLE, P. **Re-investigation on odor thresholds of key food aroma compounds and development of an aroma language based on odor qualities of defined aqueous odorant solutions**. European Food Research and Technology, v. 228, p.265–273, 2008.

DURME, J. V.; GOIRIS, K.; DE WINNE, A.; DE COOMAN, L.; MUYLEAERT, K. **Evaluation of the volatile composition and sensory properties of five species of microalgae**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.61, p.10881-10890, 2013.

HOSOGLU, M. I. **Aroma characterization of five microalgae species using solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry/olfactometry**. Food Chemistry, v. 240, p.1210-1218, 2018.

HU, Q.; SOMMERFELD, M.; JARVIS, E.; GHIRARDI, M.; POSEWITZ, M.; SEIBERT, M.; Uma, D. **Microalgal triacylglycerols as feedstocks for biofuel production: perspectives and advances**. The Plant Journal, v. 54, p. 621–39, 2008.

LAURITANO, C.; MARTIN, J.; CRUZ, M.; REYES, F.; ROMANO, G.; LANORA, A. **First identification of marine diatoms with anti-tuberculosis activity**. Scientific Reports, v. 8, p.1–10, 2018.

MARONEZE, M.M.; SIQUEIRA, S.F.; VENDRUSCULO, R.G.; WAGNER, W.; MENEZES, C.R.; ZEPKA, L.Q.; JACOB-LOPES, E. **The role of photoperiods on photobioreactors – A potential strategy to reduce costs**. Bioresource Technology, v. 219, p. 493–499, 2016

PATIAS, L.D.; FERNANDES, A.S.; PETRY, F.C.; MERCADANTE, A.Z.; JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L.Q. **Carotenoid profile of three microalgae/cyanobacteria species with peroxy radical scavenger capacity**. Food Research International, v. 100, p. 260–266, 2017.

RIPPKA, R., DERUELES, J., WATERBURY, J.B., HERDMAN, M., STANIER, R.Y. **Generic Assignments Strain Histories and Properties of Pure Cultures of Cyanobacteria**. Journal of General and Microbiology, v. 111, p. 1-61, 1979.

SAFI, C.; ZEBIB, B.; MERAH, O.; PONTALIER, P.Y.; VACA-GARCIA, C. **Morphology, composition, production, processing and applications of *Chlorella vulgaris*: A review**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 35, p. 265–278, 2014.

SANTOS, A.B.; FERNANDES, A.S.; WAGNER, R.; JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L.Q. **Biogeneration of Volatile Organic Compounds Produced by *Phormidium Autumnale* In Heterotrophic Bioreactor**. Journal of Applied Phycology, v. 60, p. 32-42, 2016.

SRIVASTAVA, A., MISHRA, A.P., CHANDRA, S., BAJPAI, A. **Benzothiazole derivative: a review on its pharmacological importance towards synthesis of lead**. Pranveer Singh Institute of Technology, v. 10(4), p. 1553-1566, 2019.

VIEIRA, K.R., PINHEIRO, P.N., SANTOS, A.B., CICHOSKI, A.J., MENEZES, C.R., WAGNER, R., ZEPKA, L.Q., JACOB-LOPES, E. **The role of microalgae-based systems in the dynamics of odors**

**compounds in the meat processing industry.** Desalination and water treatment, v. 150, p. 282-292, 2019.

YE, C.; YANG, Y.; XU, Q.; YING, B.; ZHANG, M.; GAO, B.; NI, B.; YAKEFU, Z.; BAI, Y.; ZUO, Z. **Volatile organic compound emissions from *Microcystis aeruginosa* under different phosphorus sources and concentrations.** Phycological Research, v. 66, p. 15–22, 2018.

ZHOU, L. V.; CHEN, J.; XU, J.; LI, Y.; ZHOUA, C; YAN, X. **Change of volatile components in six microalgae with different growth phases.** Journal of the Science of Food and Agriculture, 97,3, p.761-769, 2016.

ZUO, Z. **Why Algae Release Volatile Organic Compounds—The Emission and Roles.** Frontiers in Microbiology, v. 10, p. 491-498, 2019.

## EFEITO DAS FASES DO CRESCIMENTO CELULAR E DO FOTOPERÍODO NA LIPIDÔMICA DE *SCENEDESMUS OBLIQUUS*

### **Raquel Guidetti Vendruscolo**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos  
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Mariane Bittencourt Fagundes**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos  
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Mariana Manzoni Maroneze**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos  
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Eduardo Jacob-Lopes**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos  
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Roger Wagner**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Tecnologia e Ciência dos  
Alimentos

Santa Maria – Rio Grande do Sul

(AG) durante as fases do crescimento celular e o conteúdo lipídico da microalga *Scenedesmus obliquus* cultivada com diferentes fotoperíodos. Os experimentos foram realizados em fotobiorreator com os fotoperíodos 24:0 e 22:2 (claro:escuro). A extração dos lipídios foi realizada com a mistura metanol-clorofórmio, seguida da derivatização por catálise ácida para obtenção de AG, que foram analisados em cromatógrafo à gás equipado com detector de ionização em chama (GC-FID) e separados em coluna capilar. A máxima concentração celular obtida no cultivo 24:0 (claro:escuro) foi de 1318 mg/L e para o fotoperíodo 22:2 (claro:escuro) 1378 mg/L, não apresentando diferença significativa. Independente da fase de crescimento celular e do fotoperíodo utilizado, os perfis de AG apresentaram maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados (PUFA), seguido de ácidos graxos saturados (SFA) e ácidos graxos monoinsaturados (MUFA), com os AG majoritários C16:0 e linolênico (C18:3n3). A biomassa obtida ao final dos cultivos apresentou valores de lipídios totais de 16,90 e 18,84% para os fotoperíodos 24:0 e 22:2 (claro:escuro), respectivamente. Em termos de suplementação alimentar, independente de fotoperíodo, a microalga *S. obliquus* se mostrou uma boa alternativa, já do ponto de vista comercial, o cultivo com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro) apresentou maior produção de

**RESUMO:** Microalgas são organismos unicelulares com capacidade de transformar a energia solar em compostos orgânicos através da fotossíntese. Assim, o objetivo do presente trabalho foi determinar o perfil de ácidos graxos

lipídios com menor custo energético pelas duas horas de escuro.

**PALAVRAS-CHAVE:** lipídios, ácidos graxos, PUFA, ômega-3, microalgas.

## EFFECT OF CELL GROWTH PHASES AND PHOTOPERIOD ON THE *SCENEDESMUS OBLIQUUS* LIPIDOMICS

**ABSTRACT:** Microalgae are single-celled organisms capable of transforming solar energy into organic compounds through photosynthesis. Thus, the objective of the present work was to determine the fatty acid (FA) profile during the cell growth phases and the lipid content of the microalgae *Scenedesmus obliquus* cultivated with different photoperiods. The experiments were performed in photobioreactor with photoperiods 24:0 and 22:2 (light: dark). Lipid extraction was performed with the methanol-chloroform mixture, followed by acid catalysis derivatization to obtain FA, which were analyzed in gas chromatograph equipped with flame ionization detector (GC-FID) and separated in a capillary column. The maximum cell concentration obtained in the 24:0 (light:dark) culture was 1318 mg/L and for the photoperiod 22:2 (light:dark) 1378 mg/L, showing no significant difference. Regardless of the cell growth phase and the photoperiod used, the FA profiles showed the highest concentration of polyunsaturated fatty acids (PUFA), followed by saturated fatty acids (SFA) and monounsaturated fatty acids (MUFA), with major FA C16:0 and linolenic (C18:3n3). The biomass obtained at the end of the crops presented total lipid values of 16.90 and 18.84% for photoperiods 24:0 and 22:2 (light:dark), respectively. In terms of food supplementation, independent of photoperiod, microalgae *S. obliquus* proved to be a good alternative. From a commercial point of view, cultivation with photoperiod 22:2 (light:dark) presented higher lipid production with lower energy cost by two hours of dark.

**KEYWORDS:** lipids, fatty acids, PUFA, omega-3, microalgae.

## 1 | INTRODUÇÃO

Microalga é um termo livre de valor taxonômico que engloba microrganismos tanto eucariontes quanto procariontes, dotados de clorofila e outros pigmentos fotossintéticos (RAJA et al., 2014). As microalgas eucariontes estão distribuídas nos grupos *Glaucophyta*, *Rhodophyta*, *Ochrophyta*, *Haptophyta*, *Cryptophyta*, *Dinophyta*, *Euglenophyta*, *Chlorarachniophyta* e *Chlorophyta*, enquanto as procariontes pertencem ao grupo *Cyanophyta* ou *Prochlorophyta* (MUTANDA et al., 2010). Entretanto, a nível de produção e aplicação biotecnológica se destacam as cianobactérias (*Cyanophyta*), clorofíceas (*Chlorophyta*) e diatomáceas (*Ochrophyta*) (MATA et al., 2010).

Esses microrganismos apresentam grande potencial de exploração devido seu metabolismo versátil, podem assimilar carbono inorgânico através da fotossíntese, denominado de metabolismo autotrófico ou metabolismo heterotrófico, em que ocorre

a assimilação de carbono orgânico, ou ainda desempenhar ambos metabolismos, mixotrófico (WILLIAMS & LAURENS, 2010). Ademais, pode ser mencionada sua grande adaptabilidade a diversas condições ambientais, inclusive extremas, elevadas taxas de produtividade sem uso extensível de terra e água e obtenção de biomassa de interesse comercial (CHEN et al., 2013; SUN et al., 2018).

Por ser constituída por proteínas, carboidratos, lipídios, pigmentos e outros compostos com bioatividade, a biomassa microalgal apresenta grande aplicabilidade na indústria de alimentos, aditivos e suplementos (MATOS, 2017). Os lipídios são compostos majoritários nesses microrganismos, podendo atingir concentrações superiores a 50% em peso seco (GALLEGO et al., 2018). Muitas vezes essas moléculas são constituídas por elevadas concentrações de AG ômega-3, como o ácido linolênico (C18:3n3), além dos AG de cadeia longa, ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosaenoico (DHA), responsáveis por vários benefícios a saúde humana (CHAUTON et al., 2015).

Diferentes espécies e a manipulação das condições ambientais dos cultivos microalgais são os responsáveis pela obtenção de biomassa com diferentes composições. Condições de estresse como privação de luminosidade em cultivos autotróficos, geralmente, proporcionam um maior acúmulo de lipídios nas células de microalgas (ZIENKIEWICZ et al., 2016). Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento da microalga *Scenedemus obliquus* e determinar o perfil de AG nas diferentes fases do crescimento celular, como também o conteúdo de lipídios totais obtido ao fim dos cultivos com iluminação constante (24:0 claro:escuro) e fotoperíodo 22:2 (claro:escuro).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Microrganismos e meio de cultura

As culturas da microalga *S. obliquus* (UTCC5) foram propagadas e mantidas em reator de coluna de bolhas com capacidade total de 2 L, utilizando o meio sintético BG-11 com composição (mg/L): fosfato de potássio dibásico anidro (3,0), sulfato de magnésio (75,0), cloreto de cálcio dihidratado (36,0), citrato de amônio e ferro (0,6), etilenodiaminotetracetato dissódico dihidratado (1,0), cloreto de sódio (0,72), nitrato de sódio (150,0), ácido cítrico (0,6), carbonato de sódio (15,0), ácido bórico (2,8), cloreto de manganês tetrahidratado (1,8), sulfato de zinco heptahidratado (0,22), molibdato de sódio dihidratado (0,39), e sulfato de cobalto hexahidratado (0,04) (Ripka et al., 1979). O pH inicial foi ajustado em 8,0, luminosidade de 30  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ , aeração de 1 VVM (volume de ar por volume de meio por minuto) sem enriquecimento de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e fotoperíodo de 12:12 (claro:escuro).

## 2.2 Fotobiorreator e obtenção dos dados cinéticos

Os experimentos foram realizados em um fotobiorreator de coluna de bolhas. O sistema foi construído em vidro de 4 mm de espessura, com um diâmetro interno de 7,5 cm e uma altura de 75 cm. O reator foi operado no modo batelada com 2 L de meio sintético BG-11, concentração celular inicial de 100 mg/L, temperatura constante de 26 °C, intensidade luminosa de 150  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  e aeração de 1 VVM com enriquecimento de 20% de  $\text{CO}_2$  industrial. A concentração celular foi determinada a cada 24 horas gravimetricamente, através da filtração de um volume conhecido de meio de cultura em filtro de diâmetro 0,45 mm, seco a 60 °C por 24 horas (APHA, 1998). O reator foi iluminado com vinte lâmpadas fluorescentes de 15 W, localizadas em uma câmara de fotoperíodo e a intensidade luminosa foi monitorada através de luxímetro digital (MLM-1010, Minipa, BR). A mistura ar/ $\text{CO}_2$  foi controlada por três rotâmetros (AFSG 100, Key Instruments, USA) que medem a vazão de  $\text{CO}_2$ , ar e a mistura entre os gases, respectivamente. Dois fotoperíodos, 24:0 e 22:2 (claro:escuro), foram avaliados. Os experimentos foram conduzidos até as células atingirem a fase de declínio ou morte celular.

## 2.3 Parâmetros cinéticos

A produtividade em biomassa ( $P_x$ ) foi determinada através da relação entre a variação da concentração celular em um determinado intervalo de tempo através da equação [ $P_x = (X_i - X_{i-1})(t_i - t_{i-1})$ ], onde  $X_i$  é a concentração celular no  $t_i$ ,  $X_{i-1}$  é a concentração celular no  $t_{i-1}$ . A concentração celular foi determinada como descrito na seção anterior. A taxa de crescimento máximo específico ( $\mu_{\text{máx}}$ ) foi calculada considerando a fase exponencial da equação [ $\ln(X_i/X_0) = \mu_{\text{máx}} \times t$ ], onde  $X_0$  é a concentração inicial de biomassa,  $X_i$  é concentração de biomassa no tempo  $t_i$  e  $t$  é o tempo de residência.

## 2.4 Extração dos lipídios

Os metabólitos foram extraídos pelo método descrito por Bligh e Dyer (1959) com modificações para biomassa microalgal sugeridas por Vendruscolo et al. (2018). Cerca de 80 mg de amostra foram adicionados de 3 mL de metanol, 1,5 mL de clorofórmio e 1,2 mL de água destilada. A extração ocorreu através da agitação das amostras por 30 min a 250 rpm em mesa agitadora orbital (Q225M, Quimis, BR), com os tubos dispostos horizontalmente. Posteriormente, foram adicionados 1,5 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água destilada e novamente agitados em mesa agitadora orbital por 4 min. Então, as amostras foram centrifugadas (MTD III PLUS, Metroterm, BR) a 1006  $\times g$  por 2 min para separação das fases orgânica e aquosa.

## 2.5 Determinação dos lipídios e ácidos graxos

Para determinação do conteúdo de lipídios totais 1 mL da fração orgânica foi seca em estufa com circulação de ar a 105 °C até obtenção de peso constante. Posteriormente, o solvente de 1,5 mL da fração orgânica foi evaporado em bloco de aquecimento (Concentrator e Dry, Technal, BR) a 40 °C com fluxo de nitrogênio e realizada a derivatização de acordo com o método descrito por Hartman e Lago (1973) para obtenção de ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME). Os FAME dissolvidos em hexano foram analisados pela injeção de 1  $\mu$ L em cromatógrafo à gás equipado com detector de ionização em chama (GC-FID) da marca Varian, modelo Star 3400 CX (USA) e amostrador automático Varian, modelo 4200 (USA). Os FAME foram separados em coluna capilar CP-Wax 52 CB (Chrompack, NL) (50 m  $\times$  0,32 mm  $\times$  0,20  $\mu$ m). O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio à pressão constante de 15 psi. O injetor manteve-se no modo *splitless* por 0,8 min e temperatura de 250 °C. A temperatura inicial da coluna foi de 50 °C, onde permaneceu 1 min, aumentando para 180 °C com taxa de 20 °C/min, após até 200 °C com taxa de aumento de 2 °C/min e então com taxa de 10 °C/min até atingir 230 °C mantendo-se em isoterma por 8 min. O detector manteve-se na temperatura de 240 °C. A identificação dos FAME foi realizada por comparação dos tempos de retenção dos analitos com padrões FAME Mix-37 (Sigma-Aldrich, USA). Os resultados foram expressos em percentual da área total dos cromatogramas levando em consideração os fatores de correção do FID e de conversão de ácido graxo em éster (VISENTAINER, 2012).

## 2.6 Análise estatística

As diferenças entre os tratamentos foram avaliadas pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ) utilizando o software STATISTICA 7.0 (Statsoft Inc., EUA).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos parâmetros cinéticos da produção de biomassa de microalgas é um passo fundamental na consolidação do processo. Nesse aspecto, a Figura 1 apresenta a curva de crescimento da microalga *S. obliquus* cultivada fotossinteticamente em ambos fotoperíodos, 24:0 e 22:2 (claro:escuro). As culturas indicaram a ausência da fase de adaptação, atingindo logo nas primeiras horas de cultivo a fase de exponencial de crescimento celular, a fase estacionária foi obtida em aproximadamente 240 horas e o final dos cultivos se deu em 312 horas pelo início da morte celular.

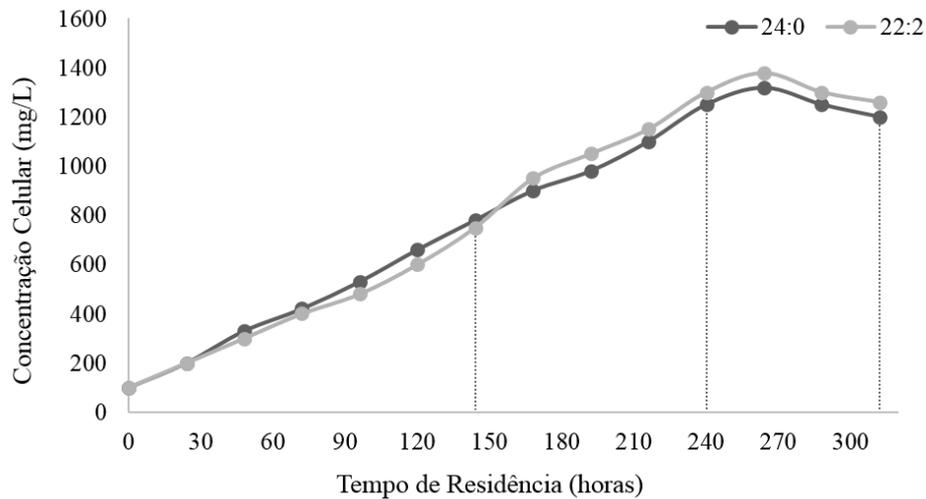


Figura 1. Curva de crescimento celular da *S. obliquus* cultivada com diferentes fotoperíodos, 24:0 e 22:2 (claro:escuro).

Ainda em relação aos parâmetros cinéticos, a máxima concentração celular obtida foi de 1378 mg/L para o cultivo com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro), seguida por 1318 mg/L para o cultivo com iluminação constante (24:0 claro:escuro), o que não representou diferença estatística (Tabela 1). Também podem ser observados na tabela 1 os valores de velocidade máxima específica de crescimento ( $\mu_{\text{máx}}$ ) de 0,017 h<sup>-1</sup> para o fotoperíodo 24:0 e 0,016 h<sup>-1</sup> para 22:2 e uma produtividade celular ( $P_x$ ) de 4,61 e 4,84 mg/L/h para 24:0 e 22:2 (claro:escuro), respectivamente. Ambos parâmetros cinéticos por se basearem nos valores de concentração celular também não apresentam diferença estatística.

	24:0	22:2
$X_{\text{máx}}$ (mg/L)	1318 <sup>a</sup> ± 60	1378 <sup>a</sup> ± 34
$\mu_{\text{máx}}$ (h <sup>-1</sup> )	0,017 <sup>a</sup> ± 0,00	0,016 <sup>a</sup> ± 0,00
TR (h)	312 <sup>a</sup> ± 0,00	312 <sup>a</sup> ± 0,00
$P_x$ (mg/L/h)	4,61 <sup>a</sup> ± 0,21	4,84 <sup>a</sup> ± 0,30
Lipídios (%)	16,90 <sup>b</sup> ± 0,20	18,84 <sup>a</sup> ± 0,48

Tabela 1. Parâmetros cinéticos e teor lipídicos da microalga *S. obliquus* cultivada em diferentes com fotoperíodo 24:0 e 22:2 (claro:escuro).

\* Resultados expressos em média ± desvio padrão.

\*  $X_{\text{máx}}$  – concentração celular máxima;  $\mu_{\text{máx}}$  – velocidade máxima específica de crescimento; TR – tempo de residência;  $P_x$  – produtividade celular.

\* Letras diferentes na mesma linha indicam diferença pelo teste t de Student (p < 0,05).

Os ciclos de luz têm sido mencionados como fator determinante em cultivos microalgais fotossintéticos (TAKACHE, PRUVOST E MAREC, 2015), porém foi verificado que o período de 2 horas de escuro em que o cultivo 22:2 (claro:escuro) foi submetido não afetou o crescimento celular da cepa *S. obliquus*, indicando que

a mesma apresenta capacidade de produzir e armazenar energia suficiente durante os períodos de luz para uso na ausência da fonte de energia luminosa. Esse mesmo comportamento já foi verificado em cultivos com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro) para cepa *Aphanothece microscopica* Nägeli (JACOB-LOPES et al., 2009) e também para *S. obliquus* (MARONEZE et al., 2016), esses trabalhos demonstraram também que períodos de escuro superiores a duas horas afetaram negativamente o crescimento celular das cepas, porém isso não foi verificado experimentalmente neste estudo.

Os lipídios estão entre os compostos microalgais de maior interesse, assim foi realizada a caracterização do perfil de AG do inóculo utilizado nos cultivos fotossintéticos e afim verificar a cinética de produção dessas moléculas foi realizado um monitoramento nas diferentes fases do crescimento celular. Como as células não apresentaram a fase de adaptação, foram coletadas amostras em 144 horas de cultivo para representar a fase exponencial, 240 horas para fase estacionária e 312 horas que corresponde a fase de declínio ou morte celular, como pode ser observado na Figura 1.

O perfil de AG do inóculo como pode ser observado na Tabela 2 apresentou maior concentração de SFA, seguido por MUFA e PUFA, sendo que os compostos majoritários foram o ácido palmítico (C16:0) (34,30%), o ácido palmitoleico (C16:1) (26,80%) e o ácido linoleico (C18:2n6c) (19,37%). Apesar da menor concentração de PUFA os quais são de interesse para nutrição humana, a razão n6/n3 se manteve inferior a 5 (Tabela 2), valor definido pela Organização Mundial da Saúde (WHO) por proporcionar benefícios a saúde (KUMARI et al., 2013).

Na análise realizada em 144 horas foi possível observar em ambos os cultivos, 24:0 e 22:2 (claro:escuro), grande aumento na concentração de PUFA, 40,24 e 46,63%, respectivamente. Os valores de SFA se mantiveram semelhantes em relação ao inóculo, enquanto os MUFA reduziram (Tabela 2). Esse aumento na concentração de PUFA, principalmente no cultivo com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro), e também nos valores de ômega-3, ocorreu devido ao maior teor do ácido linolênico (C18:3n3), pelo menos quatro vezes superior ao encontrado no inóculo e também detecção de outro AG, o EPA. Assim, a razão n6/n3 encontrada foi bastante inferior a do inóculo (3,45), 0,53 e 0,48 para os cultivos fotossintéticos 24:0 e 22:2 (claro:escuro), respectivamente.

Além do aumento de C18:3n3 e a detecção de EPA, também foram detectados nos cultivos 24:0 e 22:2 (claro:escuro) na fase exponencial os ácidos pentadecanoico (C15:0), araquídico (C20:1) e behênico (C22:1). Por outro lado, não foram encontrados os ácidos heptadecanoico (C17:0), cis10-heptadecenoico (C17:1) e esteárico (C18:0). Vale ressaltar que as demais fases do crescimento celular, estacionária (240 horas) e de declínio (312 horas), apresentaram os mesmos AG em concentrações similares (Tabela 2). Essa mudança nos perfis de AG na fase exponencial (144 horas), principalmente aumento do C18:3n3 e aparecimento de compostos com cadeia carbônica maior ou igual a 20 carbonos, indicam a ocorrência

de reações de dessaturação e alongação, já apontadas como dependentes de luz e da fase do crescimento celular na microalga *Pavlova lutheri* (JÓNASDÓTTIR, 2019).

Ácidos Graxos	Inóculo	Exponencial		Estacionária		Declínio	
		24:0	22:2	24:0	22:2	24:0	22:2
C14:0	0,67	1,06	0,85	0,82	0,79	1,15	0,76
C15:0	-	0,23	0,22	0,24	0,28	0,33	0,25
C16:0	34,30	37,24	32,48	32,31	32,45	32,48	33,31
C16:1	26,80	3,47	5,83	3,69	3,45	5,32	3,85
C17:0	0,32	-	-	-	-	-	-
C17:1	0,94	-	-	-	-	-	-
C18:0	2,48	-	-	-	-	-	-
C18:1n9c	8,44	17,50	13,72	14,74	15,75	13,34	13,99
C18:2n6c	19,37	12,49	14,24	12,36	13,33	12,56	14,64
C18:3n6	0,58	1,50	0,84	2,56	2,05	2,62	2,50
C18:3n3	5,78	26,09	31,34	32,79	31,49	31,69	30,27
C20:1	-	0,17	0,18	0,18	0,16	0,17	0,15
C20:2	0,31	-	-	-	-	-	-
C20:5n3	-	0,16	0,22	0,21	0,18	0,19	0,21
C22:1	-	0,08	0,09	0,10	0,06	0,14	0,07
ΣSFA	37,78	38,54	33,54	33,38	33,52	33,97	34,32
ΣMUFA	36,18	21,22	19,82	18,70	19,42	18,97	18,06
ΣPUFA	26,04	40,24	46,63	47,92	47,06	47,06	47,62
n6/n3	3,45	0,53	0,48	0,45	0,49	0,48	0,56

Tabela 2. Perfil de AG da microalga *S. obliquus* cultivada com fotoperíodo 24:0 e 22:2 (claro:escuro) nas diferentes fases do crescimento celular.

\*ΣSFA - somatório de ácidos graxos saturados; ΣMUFA - somatório de ácidos graxos monoinsaturados; ΣPUFA - somatório de ácidos graxos poli-insaturados; n6/n3 - razão de ácidos graxos ômega 6 e ômega 3.

A biossíntese de AG em microalgas ocorre principalmente no cloroplasto e produz o C16:0 e o C:18-ACP (proteína carreadora de acila). Estes AG serão os precursores da síntese de lipídios. A síntese é iniciada pela conversão de acetil-coenzima A (CoA) a malonil-CoA, catalisado por acetil-CoA carboxilase (ACCase). Em seguida, a malonil-CoA- transacilase ACP (MAT) catalisa a transferência de malonil-CoA para malonil-ACP, doador de carbono para as reações subsequentes de alongamento de cadeia (RISMANI-YAZDI et al., 2011).

Durante a alongação, o grupo malonil do malonil-ACP participa de uma série de reações de condensação com o acil-ACP (ou acetil-CoA) catalisadas pelas múltiplas isoformas da enzima de condensação, cetoacil-ACP sintase (KAS). A primeira reação de condensação é catalisada pela β-cetoacil-ACP sintase III e resulta na formação de um produto com quatro carbonos. Outra enzima de condensação é a β-cetoacil-ACP sintase I (KAS I), que produz cadeias de vários tamanhos (6 a 16 carbonos). Finalmente, a β-cetoacil-ACP sintase II (KAS II) é responsável pela alongação do C16:0-ACP e C18:0-ACP. Para a síntese de AG insaturados, uma dupla ligação é

introduzida no grupo acila esterificado a ACP pela enzima acil-ACP dessaturase (RISMANI-YAZDI et al., 2011).

Após as células atingirem a fase de declínio ou morte celular (312 horas), além do perfil de AG, foi determinado o conteúdo total de lipídios da biomassa obtida, os valores foram de 16,90 e 18,84% para os cultivos 24:0 e 22:2 (claro:escuro), respectivamente (Tabela 1). O cultivo com período de escuro (22:2 claro:escuro) apresentou concentração de lipídios superior, diferindo estatisticamente do cultivo com iluminação constante (24:0 claro:escuro). Como a única fonte de carbono disponível era inorgânica ( $\text{CO}_2$ ), o metabolismo ativo nas células microalgais era a fotossíntese (dependente de energia luminosa), então esse período de escuro pode representar uma forma de estresse e já foi reportado na literatura que esses microrganismos em condições limitantes armazenam energia química sob a forma de óleos, como lipídios neutros ou triglicerídeos (HEXIN et al., 2013).

Apesar do conteúdo superior de lipídios totais obtido na biomassa cultivada com o fotoperíodo 22:2 (claro:escuro), ao final do cultivo o perfil de AG manteve os mesmos compostos em ambos os cultivos, com algumas diferenças de concentração. No cultivo 24:0 (claro:escuro) os AG majoritários foram o C16:0 (32,38%), C18:3n3 (31,69%) e o C18:1n9c (13,34%), já para o cultivo 22:2 (claro:escuro) foram o C16:0 (33,31%), C18:3n3 (30,27%) e o C18:2n6c (14,64%). As concentrações de SFA, MUFA e PUFA foram similares, enquanto a razão n6/n3 foi inferior para o cultivo 24:0 (claro:escuro), 0,48, quando comparada a 0,56 obtida para o cultivo com fotoperíodo 22:2 (claro:escuro) (Tabela 2).

## 4 | CONCLUSÃO

A microalga *S. obliquus* se mostrou atrativa para o uso biotecnológico na obtenção de lipídios, apresentando vantagens frente as fontes de obtenção tradicionais, principalmente pela sua grande adaptabilidade, não requerer grandes extensões de terra cultivável e ser independente de sazonalidade. Além das altas concentrações de lipídios totais, o perfil de AG obtido em todas as fases do crescimento celular, altas concentrações de PUFA e ômega-3, se mostra de grande interesse para indústria de alimentos, principalmente, como suplemento alimentar, pelos efeitos benéficos à saúde já comprovados desses compostos.

Independente da fase de crescimento, o perfil de AG apresentou as características de interesse já mencionadas, porém devido a maior concentração celular ter sido obtida próximo a fase de declínio, recomenda-se que os cultivos fotossintéticos de *S. obliquus* sejam conduzidos por mais horas (aproximadamente 240 horas) para que um maior rendimento desses compostos seja obtido. Ademais, em termos comerciais, pela similaridade dos parâmetros cinéticos e maior concentração de lipídios obtidos no cultivo 22:2 (claro:escuro), este se mostra mais viável devido a economia energética proporcionada pelas horas de escuro.

## AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelas bolsas de estudo concedidas.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: American Public Health Association, 1998.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 7, p. 911-917, 1959.

CHAUTON, M. S.; REITAN, K. I.; NORSKER, N. H.; TVETERAS, R.; KLEIVDAL, H. T. A techno-economic analysis of industrial production of marine microalgae as a source of EPA and DHA-rich raw material for aquafeed: Research challenges and possibilities. **Aquaculture**, v. 436, p. 95-103, 2015.

CHEN, C. Y.; ZHAO, X. Q.; YEN, H. W.; HO, S. H.; CHENG, C. L.; LEE, D. J.; BAI, F. W.; CHANG, J. S. Microalgae-based carbohydrates for biofuel production. **Biochemical Engineering Journal**, v.78, p. 1–10, 2013.

GALLEGO, R.; MONTERO, L.; CIFUENTES A.; IBÁÑEZ, E.; HERRERO, M. Green extraction of bioactive compounds from microalgae. **Journal of Analysis and Testing**, v. 2, p. 109-123, 2018.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-476, 1973.

HEXIN, L. V., QU, G., QI, X., LU, L., TIAN, C., MA, Y. Transcriptome analysis of *Chlamydomonas reinhardtii* during the process of lipid accumulation. **Genomics**, v. 101, n. 4, p. 229–237, 2013.

JACOB-LOPES, E.; SCOPARO, C. H. G.; LACERDA, L. M. C. F.; FRANCO, T. T. Effect of light cycles (night/day) on CO<sub>2</sub> fixation and biomass production by microalgae in photobioreactors. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 48, n. 1, p. 306–310, 2009.

JÓNASDÓTTIR, S. H. Fatty acid profiles and production in marine phytoplankton. **Marine Drugs**, v. 17, p. 151-170, 2019.

KUMARI, P. et al. Fatty acid profiling of tropical marine macroalgae: an analysis from chemotaxonomic and nutritional perspectives. **Phytochemistry**, v. 86, p. 44–56, 2013.

MARONEZE, M. M.; SIQUEIRA, S. F.; VENDRUSCOLO, R. G.; WAGNER, R.; DE MENEZES, C. R.; ZEPKA, L. Q.; JACOB-LOPES, E. The role of photoperiods on photobioreactors – A potential strategy to reduce costs. **Bioresource Technology**, v. 219, p. 493–499, 2016.

MATA, T. M.; MARTINS, A. A.; CAETANO, N. S. Microalgae for biodiesel production and other application: A review. **Reviews of Sustainable Energy**, v. 14, p. 217-232, 2010.

MATOS, A. P. The impact of microalgae in food science and technology. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 94, p. 1333–1350, 2017.

MUTANDA, T. et al. Bioprospecting for hyper-lipid producing microalgal strains for sustainable biofuel production. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 1, p. 57–70, 2010.

RAJA, R.; SHANMUGAM H.; GANESAN V.; CARVALHO I. S. Biomass from microalgae: an overview. **Journal of Oceanography and Marine Research**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2014.

RIPPKA, R.; DERUELLES, J.; WATERBURY, J. B.; HERDMAN, M.; STANIER, R. Y. Generic assignments strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. **Journal of General Microbiology**, v.111, p.1-61, 1979.

RISMANI-YAZDI, H. et al. Transcriptome sequencing and annotation of the microalgae *Dunaliella tertiolecta*: Pathway description and gene discovery for production of next-generation biofuels. **BMC Genomics**, v. 12, p. 148-165, 2011.

SUN, H.; ZHAO W.; MAO X.; LI, Y.; WU, T; CHEN, F. High-value biomass from microalgae production platforms: strategies and progress based carbon metabolism and energy conversion. **Biotechnology for Biofuels**, v. 11, p. 227-249, 2018.

TAKACHE, H.; PRUVOST, J.; MAREC, H. Investigation of light/dark cycles effects on the photosynthetic growth of *Chlamydomonas reinhardtii* in conditions representative of photobioreactor cultivation. **Algal Research**, v. 8, p. 192–204, 2015.

VENDRUSCOLO, R. G.; FACCHI, M. M. X.; MARONEZE, M. M.; FAGUNDES, M. B.; CICHOSKI, A. J.; ZEPKA, L.Q.; BARIN, J. S.; JACOB-LOPES, E.; WAGNER, R. Polar and non-polar intracellular compounds from microalgae: Methods of simultaneous extraction, gas chromatography determination and comparative analysis. **Food Research International**, v. 109, p. 204–212, 2018.

VISENTAINER, J. V. Aspectos analíticos da resposta do detector de ionização em chama para ésteres de ácidos graxos em biodiesel e alimentos. **Química Nova**, v. 19, p. 380-385, 2012.

WILLIAMS, P. J. L. B.; LAURENS, L. M. L. Microalgae as biodiesel & biomass feedstocks: review and analysis of the biochemistry, energetics and economics. **Energy & Environmental Science**, v. 3, p. 554–590, 2010.

ZIENKIEWICZ, K.; DU, Z.; MA, W.; VOLLHEYDE, K.; BENNIN, C. Stress-induced neutral lipid biosynthesis in microalgae – Molecular, cellular and physiological insight. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1861, n. 9, p. 1269–1281, 2016.

## PRODUÇÃO DE BENZOTIAZOL EM CULTIVO HETEROTRÓFICO MICROALGAL POR *PHORMIDIUM AUTUMNALE*

### **Patrícia Acosta Caetano**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Adrieni Santos de Oliveira**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Paola Lasta**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Patricia Arrojo da Silva**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Pricila Nass Pinheiro**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Karem Rodrigues Vieira**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Andriéli Borges Santos**

Universidade Federal de Santa Maria,

Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Roger Wagner**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Leila Queiroz Zepka**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

### **Eduardo Jacob Lopes**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria - RS

**RESUMO:** Microalgas são reconhecidas como uma fonte muito diversificada de biomoléculas bioativas. O benzotiazol é um composto de anel bicíclico, que exibe uma ampla aplicação industrial. Em face disso, o objetivo do estudo foi investigar a obtenção do composto volátil benzotiazol em cultivo heterotrófico da microalga *Phormidium autumnale* utilizando água residuária como substrato. O experimento foi realizado em biorreator descontínuo com água residuária proveniente do abate de aves

e suínos, as condições de incubação usadas foram 25°C, aeração de 1 VVM (volume de ar por volume de meio por minuto), pH 7,6, o tempo de residência celular foi de 144 horas com amostragem a cada 24 horas. Os compostos voláteis foram isolados por microextração em fase sólida no *headspace* (fibra DVB/Car/PDMS), separados e analisados por cromatografia gasosa acoplada a um detector de massas (SPME-GC-MS). Na fração volátil microalgal o benzotiazol (44,38 µg.L<sup>-1</sup>) está entre os compostos voláteis majoritário do experimento. Demonstrando assim potencial biotecnológico para a obtenção alternativa deste composto.

**PALAVRAS-CHAVE:** água residuária, benzoatiazol, microalgas, compostos orgânicos voláteis.

## BENZOTHIAZOLE PRODUCTION IN MICROALGAL HETEROTROPHIC CULTIVE FROM *PHORMIDIUM AUTUMNALE*

**ABSTRACT:** Microalgae are recognized as a very diverse source of bioactive biomolecules. Benzothiazole is a bicyclic ring compound, which exhibits a large industrial application. In view of this, the objective of the study was to investigate the obtaining of the volatile compound benzothiazole in heterotrophic culture of the microalgae *Phormidium autumnale* using wastewater as substrate. The experiment was carried in a batch bioreactor with wastewater from poultry and swine slaughterhouse, the incubation conditions used were 25°C, aeration of 1 VVM (volume of air per volume of medium per minute), pH 7.6, and cell residence time was 144 hours with sampling every 24 hours. Volatile compounds were isolated by solid phase microextraction in headspace (DVB/Car/PDMS fiber), separated and analyzed by gas chromatography coupled to a mass detector (SPME-GC-MS). In the microalgal volatile fraction, benzothiazole (44.38 µg.L<sup>-1</sup>) is among the major volatile compounds of the experiment. Thus, demonstrating a biotechnological potential for an alternative procurement of this compound.

**KEYWORDS:** wastewater, benzothiazole, microalgae, volatile organic compounds.

### 1 | INTRODUÇÃO

As microalgas são organismos que produzem compostos valiosos com alto grau de diversidade devido ao amplo espectro de seus metabólitos secundários e apresentam estruturas únicas que diferem das plantas superiores. Devido a isso, a pesquisa sobre bioprodutos de microalgas tem atraído a atenção dos químicos como um tópico de pesquisa desafiador (RODRIGUES et al., 2015).

Fisiologicamente a forma de crescimento dominante das microalgas é fotoautotrófica. Porém, algumas espécies, como as cianobactérias, possuem a capacidade de crescerem heterotroficamente. O gênero *Phormidium* é uma microalga verde azulada pertencente ao filo das cianobactérias. Essa espécie apresenta potencial para ser utilizada como biocatalisadores em processos de biotecnologia devido à sua robustez e exigências nutricionais simples (FRANCISCO et al., 2015;

FERNANDES et al., 2016; FAGUNDES et al., 2019).

Os compostos orgânicos voláteis (COVs) são metabólitos secundários obtidos a partir de microalgas que poderiam ser usados como importante fonte de insumos em indústria de química fina, com obtenção de diferentes classes de compostos, tais como álcoois, ésteres, hidrocarbonetos, terpenos, cetonas, ácidos carboxílicos e compostos sulfurados (NUCCIO et al., 1995; SANTOS et al., 2016). Desta forma, dependendo das espécies, cultura e condições ambientais, as microalgas são capazes de produzir uma variedade de compostos orgânicos voláteis (HOSOGLU, 2018).

Um exemplo de composto volátil produzido por microalgas, é o benzotiazol (HENATSCH & JÜTTNER, 1983; SUGIURA et al., 1998; ZHOU et al., 2017). Este é um composto utilizado na indústria química e na pesquisa, sendo benéfico para o desenvolvimento dos vários compostos de ampla aplicação na indústria farmacêutica na descoberta de medicamentos (SRIVASTAVA et al., 2019).

O composto volátil benzotiazol é a combinação de dois anéis, que contêm os heterociclos tiazol e benzeno. A estrutura central do tiazol e seus compostos farmacologicamente e biologicamente ativos são devidos à presença de átomos de enxofre e nitrogênio presentes no anel (SRIVASTAVA et al., 2019).

Em face disto, o objetivo deste estudo foi investigar a aplicação biotecnológica de água residuária como substrato em cultivo heterotrófico microalgal para produção de benzotiazol.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

As culturas de *Phormidium autumnale* foram originalmente isoladas do deserto de Cuatro Ciénegas (26°59' n, 102°03' w - México). Foi mantida e propagada em ágar-ágar solidificado (20 g.L<sup>-1</sup>) com meio sintético BG11 (RIPPKA et al., 1979), a condição de manutenção utilizada foi de 25°C e intensidade luminosa constante de 1 klux.

O experimento foi realizado em um reator de coluna de bolhas com regime de batelada, alimentado com 2,0 L de água residuária, oriundas do abate e processamento de aves e suínos. O biorreator juntamente com as unidades filtrantes, foram esterilizados em autoclave a 121°C durante 20 minutos. As condições experimentais foram as seguintes: concentração inicial do inóculo de 100 mg.L<sup>-1</sup>, a temperatura de 25°C, o pH ajustado para 7,6, aeração de 1 VVM (volume de ar por volume de meio por minuto), ausência de luz e relação C/N (Carbono/Nitrogênio) de 30.

Os compostos voláteis formados no bioprocessamento foram isolados pela técnica de microextração em fase sólida aplicada em headspace (HS-SPME). A amostragem realizada no tempo zero e a cada 24 h durante o crescimento celular totalizando um tempo de residência celular de 144 h. A fibra de SPME de revestimento misto

empregada foi a DVB/Car/PDMS (50/30  $\mu\text{m} \times 20 \text{ mm}$ , Supelco Bellefonte, PA, USA), pré-condicionada conforme as recomendações fornecidas pelo fabricante. A temperatura de extração de  $40^\circ\text{C}$ , com um tempo de equilíbrio de 5 minutos, após exposição da fibra por 45 minutos. A análise dos compostos voláteis foi realizada em um cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massas (GC/MS Shimadzu QP-2010 Plus). As separações cromatográficas em coluna capilar de sílica fundida DB-Wax, com 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro e 0,25  $\mu\text{m}$  de espessura de película (Chrompack Wax 52-CB). O gás de arraste utilizado foi o hélio com vazão constante de  $1,6 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ . A temperatura inicial da coluna de  $35^\circ\text{C}$ , permanecendo por 5 minutos, após elevada até  $220^\circ\text{C}$  com gradiente de temperatura de  $5^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ , mantendo-se isotermicamente por 5 minutos. A interface GC/MS e da fonte de ionização foram mantidos a  $250^\circ\text{C}$ . O detector de massas foi operado no modo de ionização por elétrons, com feixe de elétrons a  $+70 \text{ eV}$ . O analisador de massas do tipo quadrupolos foi utilizado no modo de varredura na faixa de 35 a 350 m/z. Os compostos foram identificados primeiramente por comparação dos seus espectros de massa com os do banco de dados espectral da própria biblioteca do GC-MS (NIST MS Search 2.0). A identificação foi confirmada por comparação dos Índices de Retenção Linear calculados.

A estimativa de produção do composto benzotiazol para produções diárias foi baseada em indústrias de diferentes capacidades ( $100, 1000$  e  $10.000 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ). Foram utilizados os dados de concentração de biomassa e benzotiazol, para o cálculo da produtividade de biomassa [ $P_x = (X - X_{i-1}) (t_i - t_{i-1})^{-1}$ ,  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ ], onde  $X_i$  é a concentração de biomassa no momento  $t_i$  ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ),  $X_{i-1}$  é a concentração de biomassa no tempo  $t_{i-1}$  ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), e produtividade de benzotiazol, [ $P_c = P_x \cdot C$ ,  $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{d}^{-1}$ ], em que C é o teor de benzotiazol ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a curva de crescimento celular durante o cultivo heterotrófico, as fases de crescimento exponencial (0h-96h), estacionária (96h-120h) e de declínio (120h-144h). Os dados cinéticos obtidos durante o experimento foram, densidade máxima celular de  $1050 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  obtendo uma produtividade de biomassa de  $13,19 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ , com uma velocidade máxima específica de crescimento celular  $0,02 \text{ h}^{-1}$ .

A Figura 1 também mostra a concentração total benzotiazol produzido durante as fases de crescimento celular no decorrer do experimento. A produção do composto volátil foi observada a partir da fase exponencial apresentando a maior concentração durante a fase de declínio, isso pode sugerir que a concentração e disponibilidade de nutrientes do meio externo pode afetar o metabolismo secundário das microalgas (XU et al., 2017).

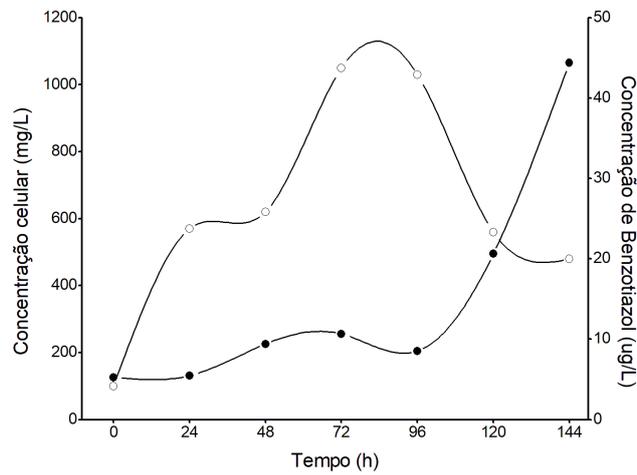


Figura 1 - Curva de crescimento celular correlacionado com a concentração de benzotiazol ao longo do experimento.

Concentração celular da biomassa microalgas (O); concentração de benzotiazol (●).

A queda na produção do benzotiazol observada na transição de fase exponencial para estacionária poderia ser explicada com um descompasso metabólico com o estado nutricional (POHNERT & VIDOUDEZ, 2012; KOLBER et al., 1988) e a eficiência na formação voltou após a adaptação do metabolismo celular.

A Figura 2 mostra o impacto da transformação metabólica em função do tempo na formação do composto benzotiazol no biorreator heterotrófico.

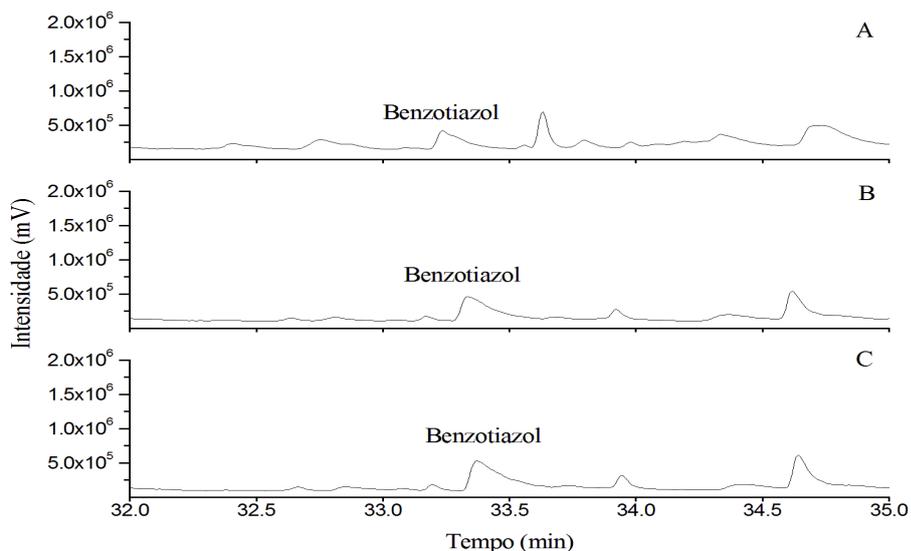


Figura 2 - Cromatograma dos diferentes tempos de cultivo. A= 0 horas; B= 120 horas; C= 144 horas.

O composto volátil predominante foi formado à medida que o tempo de cultivo aumentou. Dentre os compostos que compõe o perfil volátil do experimento, o

benzotiazol representa 18% dos voláteis produzidos no tempo de 144 horas.

No decorrer do experimento o tempo de 144 horas apresentou a melhor concentração 44,38  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , comparativamente Santos e colaboradores (2016) relatam em estudos que utilizando como substrato fontes exógenas de carbono atingiu a concentração de 0,1  $\mu\text{g.L}^{-1}$  com o mesmo o tempo de residência celular.

Os compostos tiazólicos são formados principalmente por duas vias: degradação do ácido tiamínico ou por reações não-enzimáticas de escurecimento entre açúcares redutores e aminoácidos na presença de sulfeto de hidrogênio oriundo da degradação de aminoácidos contendo enxofre (CORRAL et al. 2016). Água residuária de processamento de carne inclui grupos específicos de compostos, que são produtos derivados da decomposição de carboidratos, proteínas e lipídios (VIEIRA et al., 2019). Assim, este substrato pode ter contribuído para o aumento na concentração deste composto.

A Tabela 1 apresenta o balanço de massa da produção de benzotiazol em diferentes capacidades industriais.

Produção ( $\text{kg.ano}^{-1}$ )	Capacidade industrial ( $\text{m}^3.\text{dia}^{-1}$ )
94,416	100
944,16	1000
9441,6	10000

Tabela 1 - Balanço de massa para a produção de benzotiazol em diferentes capacidades industriais.

Os resultados indicaram que é possível produzir 94,416, 944,16, 9441,6  $\text{kg.ano}^{-1}$  em uma indústria de pequeno (100  $\text{m}^3.\text{d}^{-1}$ ), médio (1000  $\text{m}^3.\text{d}^{-1}$ ) e grande porte (10.000  $\text{m}^3.\text{d}^{-1}$ ). No entanto, a produção comercial de benzotiazol obtidos de forma biotecnológica muitas vezes requer rentabilidade econômica. Para obter altos rendimentos e produtividade, é importante escolher o design do reator e o sistema conveniente para a recuperação deste composto (TALAIEKHOZANI et al, 2016).

Em conjunto, este resultado apoia a hipótese da presente pesquisa de que o benzotiazol é o principal composto orgânico volátil a ser obtido do efluente de processamento de carne e metabolizado para a produção de bioprodutos à base de microalgas, exibindo uma ampla gama de propriedades biológicas de interesse permanente na indústria química.

#### 4 | CONCLUSÃO

A microalga *Phormidium autumnale* apresentou a capacidade de produzir o composto benzotiazol quando cultivada heterotroficamente em efluente agroindustrial. Assim a utilização de água residuária como substrato demonstrou ser uma alternativa para a obtenção do composto em biorreator microalgal, demonstrando aplicação

comercial de metabólitos de biotecnologia primários e secundários e legislações ambientais mais rígidas levaram ao interesse em desenvolver formas renováveis para produzir esses compostos e aplicar à química fina.

## REFERÊNCIAS

- ACHYUTHAN, K.E.; HARPER, J.C.; MANGINELL, R.P.; MOORMAN, M.W. **Volatile Metabolites Emission by In Vivo Microalgae-An Overlooked Opportunity?** *Metabolites*, v. 7(3), p. 39, 2017.
- CORRAL, S., LEITNER, E., SIEGMUND, B., & FLORES, M. **Determination of sulfur and nitrogen compounds during the processing of dry fermented sausages and their relation to amino acid generation.** *Food Chemistry*, 190, p. 657–664, 2016.
- FAGUNDES, M.B., FALK, R.B., FACCHI, M.M.X., VENDRUSCOLO, R.G., MARONEZE, M.M., ZEPKA, L.Q., JACOB-LOPES, E., WAGNER, R. **Insights in cyanobacteria lipidomics: A sterols characterization from *Phormidium autumnale* biomass in heterotrophic cultivation.** *Food Research International*, v. 119, p. 777-784, 2019.
- FERNANDES, A.S., NOGARA, G.P., MENEZES, C.R., CICHOSKI, A.J., MERCADANTE, A.Z., JACOB-LOPES, E., ZEPKA, L.Q. **Identification of chlorophyll molecules with peroxy radical scavenger capacity in microalgae *Phormidium autumnale* using ultrasound-assisted extraction.** *Food Research International*, v. 99(3), p. 1036-1041, 2017.
- FRANCISCO, E.C., FRANCO, T.T., ZEPKA, L.Q., E. JACOB-LOPES. **From waste-to-energy: the process integration and intensification for bulk oil and biodiesel production by microalgae.** *J. Environ. Chem. Eng.*, v. 3, p. 482-487, 2015.
- HENATSCH, J. J. & JÜTTNER, F. **Volatile Odorous Excretion Products of Different Strains of *Synechococcus* (Cyanobacteria).** *Water Sci. Technol*, v. 15, p. 259-266, 1983.
- NUCCIO, J., SEATON, P.J., KIEBER, K.J. **Biological production of formaldehyde in the marine environmental.** *Limnology & Oceanography*, v. 40, p. 521-527, 1995.
- POHNERT, G. AND VIDOUDEZ, C.; **Comparative metabolomics of the diatom *Skeletonema marinoi* in different growth phases.** *Metabolomics*, 8, p. 654- 669, 2012.
- RODRIGUES, D.B., MENEZES, C.R., MERCADANTE, A.Z., JACOB-LOPES, E. **Pigmentos bioativos da microalga *Phormidium autumnale*.** *Food Research International*, v. 77(2), p. 273-279, 2015.
- RIPPKA, R., DERUELES, J., WATERBURY, J.B., HERDMAN, M., STANIER, R.Y. **Generic Assignments Strain Histories and Properties of Pure Cultures of Cyanobacteria.** *Journal of General and Microbiology*, v. 111, p. 1-61, 1979.
- SANTOS, A.B.; FERNANDES, A.S.; WAGNER, R.; JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L.Q. **Biogeneration of Volatile Organic Compounds Produced by *Phormidium Autumnale* In Hetrotrophic Bioreactor.** *Journal of Applied Phycology*, v. 60, p. 32-42, 2016.
- SUGIURA, N., IWAMI, N., INAMORFI, Y., NISHIMURA, O. AND SUDO, R. **Significance of attached cyanobacteria Relevant to the occurrence of Musty odor in lake kasumigaura.** *Water Res*, v. 32, p. 3549-3554, 1998.
- SRIVASTAVA, A., MISHRA, A.P., CHANDRA, S., BAJPAI, A. **Benzothiazole derivative: a review on its pharmacological importance towards synthesis of lead.** *Pranveer Singh Institute of Technology*, v. 10(4), p. 1553-1566, 2019.

TALAEKHOZANI, A., BAGHERI, M., GOLI, A., KHOOZANI, M.R.T. **An overview of principles of odor production, emission, and control methods in wastewater collection and treatment systems.** J. Environ. Manage, v. 170, p. 186-206, 2016.

VIEIRA, K.R., PINHEIRO, P.N., SANTOS, A.B., CICHOSKI, A.J., MENEZES, C.R., WAGNER, R., ZEPKA, L.Q., JACOB-LOPES, E. **The role of microalgae-based systems in the dynamics of odors compounds in the meat processing industry.** Desalination and water treatment, v. 150, p. 282-292, 2019.

VOLKMAN, J.K., BOROWITZKA, M.A., BEARDALL, J., RAVEN, J.A. **Sterols in Microalgae. The Physiology of Microalgae.** Springer International Publishing, Cham, v. 485-505, 2016.

XU, Q., YANG, L., YANG, W., BAI, Y., HOU, P., ZHAO, J., ZHOU, L., ZUO, Z. **Volatile organic compounds released from Microcystis flos-aquae under nitrogen sources and their toxic effects on Chlorella vulgaris.** Ecotoxicology and Environmental Safety, 135, p.191–200, 2017.

## PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS A PARTIR DE MICROALGAS CULTIVADAS EM ÁGUA RESIDUÁRIA

### **Pricila Nass Pinheiro**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Adrieni Santos de Oliveira**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Paola Lasta**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Patricia Arrojo da Silva**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Patrícia Acosta Caetano**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Karem Rodrigues Vieira**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Andriéli Borges Santos**

Universidade Federal de Santa Maria,

Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Roger Wagner**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Eduardo Jacob-Lopes**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

### **Leila Queiroz Zepka**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Ciência e Tecnologia em  
Alimentos  
Santa Maria-RS

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi identificar os compostos orgânicos voláteis (COVs) a partir de *Phormidium autumnale* cultivada em resíduo agroindustrial. Os experimentos foram realizados em biorreator descontínuo com aeração contínua 1VVM e ausência de luminosidade contendo 2 L de água residuária do abate e processamento de aves e suínos, com relação C/N 30, pH 7,6, temperatura de 15°C e concentração inicial de 100 mg.L<sup>-1</sup>. Os voláteis foram isolados do *headspace* por

microextração em fase sólida em diferentes tempos de residência, e analisados por cromatografia gasosa acoplado ao espectrômetro de massas (SPME-GC/MS). A amostragem foi realizada durante do tempo de residência celular a cada 24 horas no período de 144 horas. O perfil de compostos voláteis apresentou um total de 16 compostos voláteis sendo eles terpenos como limoneno ( $54,52 \mu\text{g. L}^{-1}$ ), álcoois como 1-pentanol ( $26,27 \mu\text{g. L}^{-1}$ ), cetonas como 2-heptanona ( $20,85 \mu\text{g. L}^{-1}$ ), e os compostos sulfurados.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Phormidium autumnale*; compostos voláteis; resíduo agroindustrial.

## PRODUCTION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM MICROALGAE CULTIVATED IN WASTEWATER

**ABSTRACT:** The objective of this work was to identification volatile organic compounds (VOCs) from *Phormidium autumnale* cultivated in wastewater. The experiments were performed in a continuous aeration discontinuous bioreactor with 1VVM and without light containing 2 L of effluent from slaughter and processing of poultry and swine, with C/N 30, pH 7.6, 15°C temperature and initial concentration 100 mg.L<sup>-1</sup>.The volatiles were isolated by solid phase headspace microextraction at different residence times and analyzed by gas chromatography associated with mass spectrometry (SPME-GC/MS). Sampling was performed during the cell residence time every 24 hours at 144 hours. The volatile compounds profile showed a total of 16 volatile compounds, being terpenes as limonene ( $54.52 \mu\text{g. L}^{-1}$ ), alcohols as 1-pentanol ( $26.27 \mu\text{g. L}^{-1}$ ), ketones as 2-heptanone ( $20.85 \mu\text{g L}^{-1}$ ), and the sulfur compounds.

**KEYWORDS:** *Phormidium autumnale*; volatile compounds; wastewater.

## 1 | INTRODUÇÃO

As microalgas podem desempenhar um papel significativo no gerenciamento de resíduos, com o potencial de recuperar nutrientes de resíduos agroindustriais, como águas residuais, e formar uma variedade de substâncias químicas de origem biológica a partir de sua biomassa (SANTOS et al., 2017).

Dentre as inúmeras espécies estudadas de microalgas, *Phormidium* é um gênero de cianobactérias filamentosas, não ramificadas, que é conhecida pela capacidade de habituar-se em ambientes extremos, como fontes termais, solos desérticos e locais poluídos, o que tornam robustos e possuem requisitos nutricionais simples (GUIRY e GUIRY, 2007).

O alto grau de diversidade dos compostos de microalgas é devido ao seu amplo espectro de metabólitos secundários (FERNANDES et al., 2017). Em termos de compostos orgânicos voláteis gerados biologicamente, os voláteis representam metabólitos secundários das microalgas (ACHYUTHAN et al., 2017).

O uso da fração volátil da cultura de microalgas pode representar uma melhoria no fornecimento de insumos para diferentes setores da indústria, e uma vez que existe um interesse crescente em produtos naturais que orientam o desenvolvimento das tecnologias que empregam microorganismos, incluindo microalgas, que podem sintetizar compostos orgânicos voláteis específicos (SANTOS et al., 2016<sup>a</sup>).

Diante desse esboço, o objetivo do presente trabalho foi identificar o perfil de compostos orgânicos voláteis da microalga *Phormidium autumnale* cultivada em resíduos agroindustriais.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Microalga e meios de cultura

Culturas de *Phormidium autumnale* usadas nos experimentos foram propagadas e mantidas em ágar-ágar solidificado (20 g.L<sup>-1</sup>) contendo meio BG11 sintético (RIPPKA et al., 1979). As condições de incubação foram de 25°C, a densidade de fluxo de fótons foi de 15  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  e o fotoperíodo foi de 12 h (FRANCISCO et al., 2014).

### 2.2 Águas residuais de processamento de alimentos

O efluente utilizado nos experimentos foi obtido em uma indústria localizada em Santa Catarina, Brasil (27°14'02"S, 52°01'40"W). Foi coletado no ponto de descarga de um tanque de equalização ao longo de um ano e analisado quanto ao pH, demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio total (N-TNK), fósforo total (P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>), sólidos totais (ST), sólidos suspensos (SS), sólidos voláteis (SV) e sólidos fixos (SF) seguindo os Métodos Padrão para o Exame de Água e Águas Residuais (APHA, 2005). Esta é a composição média das águas residuais: pH de 5,9 ± 0,05, DQO de 4,100 ± 874 (mg.L<sup>-1</sup>), NTK-N de 128,5 ± 12,1 (mg.L<sup>-1</sup>), P-PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> de 2,84 ± 0,2 (mg.L<sup>-1</sup>), ST de 3,8 ± 2,7 (mg.L<sup>-1</sup>), SS de 1,9 ± 0,8 (mg.L<sup>-1</sup>), SV de 2,9 ± 0,4 (mg.L<sup>-1</sup>) e SF de 0,9 ± 0,3 (mg.L<sup>-1</sup>).

### 2.3 Biorreator

Os experimentos foram realizados em um biorreator de coluna de bolhas (FRANCISCO et al., 2014), alimentado com 2,0 L de água residuária. O biorreator, que incluiu unidades filtrantes, foi previamente autoclavado a 121°C por 30 min. As condições experimentais foram determinadas da seguinte forma: concentração inicial de inóculo 100 mg.L<sup>-1</sup>, temperatura 15°C, pH ajustado para 7,6 e aeração de 1,0 VVM (volume de ar por volume de cultura por minuto), ausência de luz e tempo de residência de 144 h. Os experimentos foram realizados duas vezes e em duplicata. Portanto, os dados referem-se ao valor médio de quatro repetições.

## 2.4 Métodos analíticos

### 2.4.1 Isolamento dos compostos orgânicos voláteis

Os compostos voláteis foram isolados da matriz por meio de microextração em fase sólida do *headspace* do biorreator (HS-SPME) com fibra de divinilbenzeno/carboxeno/polidimetilsiloxano (DVB/Car/PDMS) (50/30  $\mu\text{m}$  de espessura de película  $\times$  20 mm; Supelco, Bellefonte, PA). Cada porção de 10 mL de amostra foi colocada em um frasco contendo 3 g de NaCl e 10  $\mu\text{L}$  de uma solução padrão interno de 3-octanol foi adicionado. A fibra de SPME foi exposta no *headspace* do frasco contendo a amostra durante 45 min a 40°C, sob agitação constante (400 rpm) com uma barra de agitação magnética. Após esse período, a fibra foi removida do frasco e submetida à análise cromatográfica. O procedimento analítico foi realizado duas vezes e em duplicata. Portanto, os dados referem-se ao valor médio de quatro repetições. O HS-SPME foi acoplado com GC/MS para a determinação quantitativa dos compostos voláteis (SANTOS et al., 2016<sup>b</sup>).

### 2.4.2 Análise GC/MS

Os compostos voláteis foram analisados em um cromatógrafo a gás Shimadzu QP 2010 Plus acoplado a um espectrômetro de massa (Shimadzu, Kyoto, Japão). A fibra foi dessorvida termicamente por 10 min em um injetor split/splitless, operando no modo sem divisor (1,0 min divisor desligado) a 250°C. O hélio foi utilizado como gás carreador a uma vazão constante de 1,6 mL.min<sup>-1</sup>. Os analitos foram separados em uma coluna capilar de sílica fundida DB-Wax, com 60 m de comprimento, 0,25 mm id e espessura de filme de 0,25  $\mu\text{m}$  (Chrompack Wax 52-CB). A temperatura inicial da coluna foi ajustada a 35°C por 5 min, seguido por um aumento linear de 5 °C min<sup>-1</sup> a 250°C, e esta temperatura foi mantida por 5 min. O detector MS foi operado em modo de ionização por impacto de elétrons +70 eV e os espectros de massa obtidos por varredura variaram de m/z 35 a 350. Os compostos voláteis foram identificados por uma comparação de espectros MS experimentais com a biblioteca informatizada (NIST MS Procurar). Além disso, o índice de retenção linear (LRI) foi calculado para cada composto volátil usando os tempos de retenção de uma mistura padrão de séries homólogas de parafinas (C6-C24) para auxiliar na identificação (ACREE e ARN, 2017).

A amostra e a mistura padrão foram injetadas separadamente e em conjunto para obter os valores experimentais de LRI e espectros de massa para fins de identificação de compostos por comparação direcionada. Os analitos foram quantificados pela calibração padrão interna. A concentração relativa dos compostos investigados foi determinada relacionando a área do padrão interno com uma concentração conhecida (0,082  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ ) com a área do composto de interesse. O fator de resposta

entre padrão interno e analitos foi assumido como um.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra a identificação dos compostos voláteis do experimento. Um total de 16 compostos voláteis foram identificados na amostra estudada, incluindo 6 álcoois, 3 cetonas, 4 terpenos e 3 pertencentes a outras classes químicas.

LRI DB-Wax <sup>a</sup>	Compostos	Descritor de aroma <sup>b</sup>
1013	4-Metil-2-pentanona	verde
1051	Propanol	álcool, pungente
1176	Limoneno	limão, laranja
1182	2-Heptanona	sabonete
1186	1,8 Cineole	especiaria
1206	2-Pentilfurano	feijão verde, manteiga
1247	1-Pentanol	frutado
1255	3-Metil-1-butanol	uísque, malte, queimado
1273	2-Octanona	erva, manteiga, resina
1338	Hexanol	resina, flor, verde
1453	Diidromircenol	limão azedo, cítrico, colônia
1484	2-Metil-hexanol	rosa, verde
1640	Mentol	hortelã
1767	Citronelol	rose
1899	Benzotiazole	sulfúrico, vegetal
2434	Benzofenona	balsâmico

Tabela 1 - Compostos voláteis detectados por GC/MS nas amostras de biorreator com índice de retenção (LRI) e descritores de odor.

A Tabela 2 mostra compostos orgânicos voláteis detectados em função do tempo no biorreator heterotrófico suplementado com resíduos agroindustriais.

Compostos	24 h ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ )	72 h ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ )	144 h ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ )
4-Metil-2-pentanona	0,62	0,65	nd*
Propanol	3,26	nd*	nd*
Limoneno	1,64	1,17	54,52
2-Heptanona	2,38	nd*	20,85
1,8 Cineole	nd*	1,93	11,54
2-Pentilfurano	nd*	nd*	12,82
1-Pentanol	6,43	nd*	26,27
3-Metil-1-butanol	nd*	1,62	nd*

2-Octanona	0,64	nd*	20,27
Hexanol	nd*	1,16	15,86
Didromircenol	2,12	3,56	nd*
2-Metil-hexanol	3,88	nd*	nd*
Mentol	8,62	nd*	9,87
Citronelol	2,78	nd*	nd*
Benzotiazole	4,52	nd*	18,43
Benzofenona	nd*	8,51	6,82

Tabela 2 - Perfil quantitativo dos compostos voláteis detectados por GC/MS nas amostras de biorreator obtidos através de diferentes tempos de residência do experimento.

Álcoois são produzidos através da via 2-cetoácido, onde os correspondentes aldeídos são convertidos usando uma 2-cetoácido descarboxilase e depois reduzidos aos álcoois (SANTOS et al., 2016<sup>a</sup>). No cultivo o álcool majoritário identificado 1-pentanol foi encontrado na concentração de 26,27  $\mu\text{g. L}^{-1}$ , em 144 h de cultivo, o álcool propanol (0,65  $\mu\text{g. L}^{-1}$ ) em 72 h, é considerado como um composto orgânico volátil de microrganismos com apelo comercial (SANTOS et al., 2016<sup>b</sup>).

No que diz respeito à indústria petroquímica, os álcoois de cadeia curta são interessantes para gerar bioenergia (SEVERO et al., 2018). Álcoois alifáticos com maior comprimento de cadeia de carbono ou igual a cinco são alvos atraentes para os biocombustíveis que possuem alta densidade energética e baixa solubilidade em água (ZHANG et al., 2008; SANTOS et al., 2016<sup>a</sup>).

As cetonas alifáticas podem ser produtos de oxidação lipídica ou podem ser formadas a partir da clivagem oxidativa de carotenoides (SANTOS et al., 2016<sup>a, b</sup>). No cultivo foram identificadas 2-heptanona, benzofenona, 4-metil-2-pentanona (ZHOU et al., 2016).

Cetonas como, 2-heptanona, 2-nonanona e 2-undecanona, são aromas empregados em uma ampla gama de aplicações de tempero, especialmente aquelas relacionadas ao queijo e aroma de fruta (LOGAN et al., 2008).

Os terpenóides são o grupo de compostos orgânicos amplamente distribuídos em cianobactérias (SINGH et al., 2017), no experimento foram identificados limoneno, 1,8 cineole, mentol e citronelol.

Os terpenos atraem grande atenção devido ao seu amplo espectro de aplicações que vão desde fragrâncias para cosméticos, produtos alimentícios, produtos farmacêuticos e biocombustíveis (MELIS, 2017). Monoterpenos como limoneno, linalol, 1,8-cineole são utilizados para o aroma de bebidas de limão ou lima (TETALI, 2019).

Uma cultura de microalgas contendo águas residuais torna-se um substrato, rico em carbono e nutrientes para o seu crescimento, e produz novas biomoléculas como os compostos orgânicos voláteis.

## 4 | CONCLUSÃO

O cultivo de *Phormidium autumnale* apresentou a capacidade de produzir variedade de compostos voláteis industrialmente interessantes sob condições heterotróficas, indicando seu potencial como fonte renovável destes voláteis.

## REFERÊNCIAS

- ACHYUTHAN, K. E.; HARPER, J. C.; MANGINELL, R. P.; MOORMAN, M. W. **Volatile Metabolites Emission by *In Vivo* Microalgae-An Overlooked Opportunity?** *Metabolites*, 7, p. 39-85, 2017.
- ACREE, T.; ARN, H. (2017) **Flavornet and human odor space**. Disponível em: <<http://www.flavornet.org>> Acesso em: 28 jul. 2019.
- American Public Health Association (APHA), **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, Washington, USA, v 20, 2005.
- FERNANDES, A. S.; NOGARA, G. P.; MENEZES, C. R.; CICHOSKI, A. J.; MERCADANTE, A. Z.; JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L. Q. **Identification of chlorophyll molecules with peroxy radical scavenger capacity in microalgae *Phormidium autumnale* using ultrasound-assisted extraction**, *Food Research International*, 99, p. 1036-104, 2017.
- FRANCISCO, E. C.; FRANCO, T. T.; WAGNER, R.; JACOB-LOPES, E. **Assessment of different carbohydrates as exogenous carbon source in cultivation of cyanobacteria**, *Bioproc Biosyst Eng*, 1, p. 2-11, 2014.
- GUIRY, M. D.; GUIRY, G. M. (2016). **Base de algas: publicação eletrônica mundial**. Galway: Universidade Nacional da Irlanda. Disponível em: <<http://www.algaebase.org/>> Acesso em: 25 out. 2017.
- LOGAN, B. E.; CALL, D.; CHENG, S.; HAMELERS, H. V. M.; SLEUTELS, T. H. J. A.; JEREMIASSE, A. W.; ROZENDAL, R. A. (2008) **Microbial electrolysis cells for high yield hydrogen gas production from organic matter**. *Environmental Science Technology*, 42, 8630-8640. <https://doi.org/10.1021/es801553z>.
- MELIS, A. (2017). **Terpene hydrocarbons production in cyanobacteria**. In: Los DA (ed) *Cyanobacteria: omics and manipulation*. Caister Academic Press, UK, pp 187–198. <https://doi.org/10.21775/9781910190555.09>
- RIPPKA, R., DERUELES, J., WATERBURY, J. B., HERDMAN, M., STANIER, R. Y. **Generic Assignments Strain Histories and Properties of Pure Cultures of Cyanobacteria**. *Journal of General and Microbiology*, v. 111, p. 1-61, 1979.
- SANTOS<sup>a</sup>, A. B.; VIEIRA, K. R.; NOGARA, G. P.; WAGNER, R.; JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L.Q. **Biogenesis of volatile organic compounds by microalgae: occurrence, behavior, ecological implications and industrial applications**. p. 1-23 de 2016.
- SANTOS<sup>b</sup>, A. B.; FERNANDES, A. S.; WAGNER, R.; JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L. Q. **Biogenesis of volatile organic compounds produced by *Phormidium autumnale* in heterotrophic bioreactor**. *Journal of Applied Phycology*, 28, p.1561-1570, 2016.
- SANTOS, A. M., SANTOS, A. M., SARTORI, R. B., QUEIROZ, L. Z., BARIN, J. S., JACOB-LOPES, E. (2017). **Nutrient cycling in meat processing industry by microalgae/cyanobacteria-based processes**. *Desalination and Water Treatment*. 100, 91-99. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.21719>

SEVERO, I. A.; DEPRÁ, M. C.; BARIN, J. S.; WAGNER, R.; DE MENEZES, C. R.; ZEPKA, L. Q. AND JACOB-LOPES, E. (2018). **Bio-combustion of petroleum coke: The process integration with photobioreactors**. Chemical Engineering Science. 177, 422-430. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2017.12.001>

SINGH, R.; PARIHA, P.; SINGH, M.; BAJGUZ, A.; KUMAR, J.; SINGH, S.; SINGH, V. P.; PRASAD, S. M. **Uncovering Potential Applications of Cyanobacteria and Algal Metabolites in Biology, Agriculture and Medicine: Current Status and Future Prospects**. Front Microbiol, v. 8, n. 112, p. 42-46, 2017.

TETALI, S. D. (2019) **Terpenes and isoprenoids: a wealth of compounds for global use**. Planta, 249, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-3056-x>

ZEPKA, L. Q.; JACOB-LOPES, E.; GOLDBECK, R.; SOUSA-SOARES, L. A.; QUEIROZ, M. I. **Nutritional evaluation of single-cell protein produced by *Aphanothece microscopica* Nägeli**. Bioresource Technology, v. 101, n. 18, p. 7118, 2010.

ZHANG, K., SAWAYA, M. R., EISENBERG, D. S., & LIAO, J. C. (2008). **Expanding metabolism for biosynthesis of non-natural alcohols**. Proceedings of the National Academy of Sciences. 105, 20653-20658. <https://doi.org/10.1073/pnas.0807157106>

ZHOU, L. V.; CHEN, J.; XU, J.; LI, Y.; ZHOUA, C; YAN, X. **Change of volatile components in six microalgae with different growth phases**. Journal of the Science of Food and Agriculture, 97,3, p.761-769, 2016.

## A CERVEJA E OS PRINCIPAIS CEREAIS UTILIZADOS EM SUA FABRICAÇÃO

### **Natália Viviane Santos de Menezes**

Universidade Federal do Ceará – Instituto de Cultura e Arte – Curso de Gastronomia  
Fortaleza – Ceará

### **Maryana Monteiro Farias**

Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – Ceará

### **Aline Almeida da Silva**

Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – Ceará

### **Cristiano Silva da Costa**

Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – Ceará

### **Amanda Rodrigues Leal**

Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – Ceará

### **Jéssica Cyntia Menezes Pitombeira**

Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – Ceará

### **Cícera Alyne Lemos Melo**

Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – Ceará

### **Theresa Paula Felix da Silva Meireles**

Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Fortaleza – Ceará

### **Sansão Lopes de Moraes Neto**

Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Fortaleza – Ceará

### **Lia Mara de Oliveira Pontes**

Universidade Estadual do Ceará – Pós-graduação em Vigilância Sanitária de Alimentos  
Fortaleza – Ceará

### **Indira Cely da Costa Silva**

Universidade Federal do Ceará – Coordenadoria dos Restaurantes Universitários  
Fortaleza – Ceará

**RESUMO:** Ao longo dos últimos anos, tem-se observado um significativo crescimento na produção de cerveja, inclusive de modo artesanal, sendo uma tendência mundial. Com a infinidade de adjuntos que podem ser incorporados no processo de fabricação desta bebida e a mudança na legislação que regulamenta a produção, é possível obter diferentes produtos com características peculiares. Visando atender esta nova demanda, o objetivo do presente trabalho foi fazer um levantamento bibliográfico dos diversos cereais que podem ser incorporados à fabricação de cervejas e entender o impacto deles sobre o produto final, a fim de desenvolver uma bebida de alto valor agregado e com características de

sabor, aroma, cor e textura peculiares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cereais; Cerveja; Maltagem.

## BEER AND THE MAIN CEREAL USED IN THEIR MANUFACTURING

**ABSTRACT:** Over the last few years, there has been a significant growth in beer production, including craft beer, becoming a worldwide trend. With the numerous adjuncts that can be incorporated into the brewing process of this beverage and the change in legislation regulation production, it is possible to obtain assorted products with peculiar characteristics. Aiming to meet this new demand, the aim of this paper was to make a bibliographic survey of the various cereals that can be incorporated into the brewing and to understand their impact on the final product, in order to develop a high value-added beverage with characteristics peculiar flavor, aroma, color and texture.

**KEYWORDS:** Beer; Cereals, Malting.

### 1 | INTRODUÇÃO

Estudos apontam que o homem começou a produzir bebidas fermentadas há cerca de 30 mil anos. Dentre estas, estima-se que a produção da cerveja teve seu início por volta de 8000 a.C., sendo desenvolvida paralelamente aos processos de fermentação de cereais (LIMA et al, 2001).

Já na Antiguidade os povos utilizavam diferentes ingredientes para a produção de cerveja. Os babilônios já fabricavam mais de dezesseis tipos de cerveja de cevada, trigo e mel há mais de 4000 a.C (HISTORIA DA CERVEJA, 2010; CERVEJAS DO MUNDO, 2013).

Durante a Idade Média, no século XIII, os cervejeiros germânicos destacaram-se na arte de fabricar cerveja, sendo os primeiros a empregar o lúpulo, que é responsável por conferir as características básicas atuais desta bebida (LIMA et al, 2001).

Na Alemanha, a Reinheitsgebot, ou Lei da Pureza, foi proclamada em 23 de abril de 1516, limitando a sua produção a utilização de apenas quatro insumos: a água, o malte, o lúpulo e o fermento (HISTORIA DA CERVEJA, 2010; CERVEJAS DO MUNDO, 2013).

Na segunda metade do século XIX, em 1808, a cerveja foi trazida da Europa pela família Real Portuguesa quando de sua fuga para o Brasil colônia. Em 1888, foi fundada na cidade de Rio de Janeiro, a primeira manufatura de cerveja (VENTURINI FILHO & CEREDA, 2001).

O Brasil está entre os líderes globais em produção de cerveja com 13 milhões de quilolitros produzidos e cujo consumo per capita é de 66,9 litros (CERVBRASIL, 2016; KIRIN BEER UNIVERSITY, 2016).

O presente trabalho tem sua relevância justamente porque o uso dessa

diversidade de cereais chega bem no momento em que, no Brasil, ocorre um aumento considerado de consumo da cerveja devido ao crescente aparecimento de cervejarias de grande e pequeno porte. Essa explosão das cervejarias fez surgir no setor a demanda por adição de cereais diversos, além de mel, leite e até lactobacilos nas cervejas. Mas com a legislação engessada, bebidas com esses componentes não eram tratadas como cerveja pela legislação e precisavam trazer, no rótulo, o termo “bebida alcoólica mista”. Assim surge uma mudança, emitida por decreto, com intuito de simplificar e atualizar as regras para o consumidor e para aos fabricantes.

## **2 | CERVEJA: DEFINIÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E TIPOS**

No Brasil, o decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a lei nº 8.918, de 14/07/1994 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento define a cerveja como “a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, oriundo do malte de cevada e água potável, por ação de levedura, com adição de lúpulo”, sendo que o malte e o lúpulo podem ser substituídos pelos seus extratos. Segundo a mesma legislação, parte do malte de cevada pode ser substituída por adjuntos cervejeiros, que não devem exceder 45% em relação ao extrato primitivo, sendo considerados adjuntos a cevada cervejeira outros cereais malteados ou não malteados, assim como amidos e açúcares de origem vegetal. Este mesmo decreto ainda classifica as cervejas quanto a proporção de malte, ao extrato primitivo, à cor, ao teor alcoólico, ao tipo e à fermentação (BRASIL, 2009). Entretanto, o Decreto nº 9.902, de 8 de julho de 2019, modificou essa Lei e retirou o limite de uso de milho e outros cereais nas cervejas fabricadas no Brasil. O objetivo foi o de simplificar e atualizar as regras para facilitar a vida do consumidor e dar agilidade aos fabricantes, dada a explosão de cervejarias artesanais que fez surgir no setor a demanda pela utilização de outros produtos na fabricação da bebida (BRASIL, 2019).

## **3 | MATÉRIAS-PRIMAS**

Os ingredientes básicos para a produção da cerveja são: água, malte da cevada, lúpulo e adjuntos (MORADO,2009).

### **3.1 Água**

A água é o componente majoritário da cerveja e, por isso, suas propriedades são um dos fatores mais significativos na qualidade final do produto (MEGA et al., 2011). A água cervejeira deve apresentar requisitos básicos como a potabilidade, transparência, ausência de cor, odor, sabor estranho, de nitratos, metais pesados e amoníaco (VENTURINI FILHO, 2000). Deve, ainda, ser dura (com alto teor de cálcio e magnésio) para servir de nutriente para as leveduras fermentativas (REBELLO, 2009).

O pH e alcalinidade são, também, fatores importantes a serem considerados. O pH deve-se encontrar na faixa de 4 a 9 (VENTURINI FILHO, 2000), sendo ideal 5,0 para facilitar o crescimento da levedura cervejeira *Saccharomyces cerevisiae* (FRANCO, 2008) e potencializar o efeito do cloro (que deve estar entre 0,1 a 0,2 ppm de cloro livre, pois acima deste valor poderá haver formação de cloranfenicol) e a alcalinidade máxima de 50 ppm. Deve-se ressaltar ainda que o pH baixo favorece a ação enzimática, como  $\alpha$  e  $\beta$  amilases e as proteases presentes nos grãos (REBELLO, 2009), facilita uma mistura uniforme de malte e adjunto durante a mosturação, promove a extração dos componentes amargos e aromáticos do lúpulo, e causa uma boa coagulação do *trub* (resíduo) durante a fervura do mosto, permitindo uma fermentação asséptica com desenvolvimento de cor, aroma e sabor característicos do tipo de cerveja a ser fabricada (BERNSTEIN; WILLOX, 1977).

### 3.2 Malte

O malte é a matéria-prima que passou pelo processo de germinação, que ocorre sob condições de temperatura e umidade controladas, interrompendo a germinação antes do grão se tornar uma nova planta. Esse processo, denominado de maltagem, pode utilizar os cereais de cevada, milho, trigo, aveia e outros (REBELLO, 2009), consiste em favorecer o desenvolvimento enzimático do grão. Dessa forma, no final da maltagem, há a formação e ativação de enzimas, além da degradação de amido e proteínas, que se apresentam em cadeias menores, tornando-se mais solúvel (SILVA, 2005a). Nessa fase há também a formação de compostos da reação de Maillard, responsáveis pela cor e sabor da cerveja (DENK et al. 2000).

Dentre os grãos empregados na elaboração da cerveja, a cevada é utilizada em predominância por apresentar menores dificuldades técnicas no processo de maltagem, além de apresentar alto teor de amido, com proteínas em quantidade e qualidade suficiente para nutrição das leveduras. É o cereal responsável por conferir sabor, odor e corpo característico da cerveja (DENK et al. 2000).

### 3.3 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta que faz parte da família *Cannabaceae*, que é uma espécie dióica, ou seja, produtora de flores masculinas e femininas. Na produção da cerveja são utilizadas as flores femininas, que contêm lupulina, substância responsável por conferir o amargor e aroma acre característicos do lúpulo (MATOS, 2011). Na lupulina, as resinas (alfa-ácidos e beta-ácidos) e óleos essenciais são as frações mais importantes. As resinas podem estar presentes entre 12 a 22 % e os óleos essenciais entre 0,5 a 2 %. Dentre os componentes presentes nos óleos essenciais, os principais são hidrocarbonetos da família dos terpenos, ésteres, aldeídos, cetonas, ácidos e álcoois (CEREDA; VENTURINI FILHO, 2005).

Há basicamente três variedades de lúpulos comerciais: a que confere aroma (exemplos - Hallertau, Spalt e Lublin), aquela que confere amargor (como o

Target, Galena e Nugget) e, por fim, a variedade que atribui as duas características - aroma e amargor citando o Perle, o Centennial e o Chinnok (NOGUEIRA, 2006; SILVA, 2005b).

A forma mais comum de comercialização do lúpulo é em pellets onde ocorre a prensagem de suas flores. Consegue-se, com isso, reduzir o volume transportado e conservar as características originais das flores (NOGUEIRA, 2006). Além das características de sabor, aroma e antimicrobiana atribuídas ao lúpulo, há ainda as que conferem contribuição na formação da espuma e estabilidade de sabor à bebida (BOTELHO, 2009; ELENA, 2008).

### 3.4 Levedura

As leveduras são responsáveis pela fermentação de açúcares, produzindo uma gama de moléculas, além de etanol e CO<sub>2</sub> (BOKULICH; BAMFORTH, 2013). Estas podem ser classificadas de acordo com seu comportamento durante a fermentação. As leveduras *Ale*, *Saccharomyces cerevisiae*, sobem à superfície no decorrer da fermentação, e são denominadas “de alta fermentação”, já as leveduras *Lager*, *Saccharomyces uvarum*, decantam sendo “de baixa fermentação” (HOUGH, 1985). Porém, análises de DNA revelaram bases comuns entre as leveduras, fazendo com que os taxonomistas designassem todas as cepas usadas na produção de cerveja como *Saccharomyces cerevisiae* (RUSSELL, 2006).

As leveduras tipo *Lager* atuam melhor em temperaturas variando entre 7 e 15°C, as quais floculam no final da fermentação primária ou principal (7 a 10 dias), sendo coletadas na base do fermentador. As leveduras de alta fermentação, utilizadas na produção de cerveja *Ale*, fermentam com temperaturas entre 18 e 22°C. No final da fermentação (3 a 5 dias), as células adsorvidas nas bolhas de CO<sub>2</sub>, são carregadas até a superfície do mosto onde são coletadas (VENTURINI FILHO, 2010).

### 3.5 Adjuntos do malte

Os adjuntos são as fontes de carboidratos que podem ser utilizadas com o objetivo de substituir parcialmente o malte na produção de cerveja (MORADO, 2009). Alguns são cereais não-maltados, como aveia, centeio, cevada, trigo, milho e arroz. Estes são utilizados no setor cervejeiro, por fornecerem extrato a um custo reduzido, comparado ao malte de cevada (HOUGH, 1991).

O uso de adjuntos cervejeiros pode resultar em um produto com alta estabilidade físico-química, melhor resistência ao resfriamento e maior brilho, reduzindo a turvação da bebida (REITENBACH, 2010; POLLOCK, 1979). Vale ressaltar que, em quantidades elevadas, pode ser desvantajoso, pois pode deixar o mosto com baixo teor de nitrogênio, e assim, prejudicar o metabolismo da levedura; implicando em alta viscosidade, dificuldade de filtração; cerveja “aguada” e baixa qualidade de espuma (BRADEE, 1977).

## 4 | CEREAIS USADOS NA PRODUÇÃO DE CERVEJA

### 4.1 Arroz

O arroz (*Oryza sativa*) é um alimento básico em diversos países da Ásia e serve como uma valiosa fonte de grãos nos Estados Unidos e Europa (AHMAD et al., 2016). O grão de arroz, assim como da cevada e da aveia, consiste da cariopse e de uma camada protetora, a casca. A casca representa o maior volume entre os subprodutos obtidos durante o beneficiamento do arroz, chegando, em média, a 22% e é composta por duas folhas modificadas, a pálea e a lema, tais estruturas correspondem a cerca de 20% do peso total do grão. Já a cariopse é formada por diferentes camadas, as mais externas correspondem ao pericarpo, ao tegumento e a camada de aleurona, que representam 5 a 8% da massa do arroz integral (MATSUO & HOSHIKAWA, 1993). Na camada de aleurona há duas estruturas de armazenamento proeminentes, os grãos de aleurona (corpos proteicos) e os corpos lipídicos (TANAKA et al., 1973; JULIANO & BECHTEL, 1985). O embrião ou gérmen localiza-se no lado ventral na base do grão, é rico em proteínas e lipídios, representando 2-3% do arroz integral. O endosperma forma a maior parte do grão (89-94% do arroz integral) e consiste de células ricas em grânulos de amido e com alguns corpos proteicos (JULIANO & BECHTEL, 1985). O arroz branco polido é a principal forma de consumo do arroz que tem em sua composição 90% de amido, 7,5% de proteína, 0,6% de fibra, 0,5% de minerais e 1,0% de lipídeos (KENNEDY & BURLINGAME, 2003; LIU et al., 2013; JULIANO, 1993). Apesar dos baixos teores de gordura, o arroz é rico em ácidos graxos insaturados - oleico (C18:1) e linoleico (C18:2) (ZHOU et al., 2003). Além destes nutrientes, foram identificados diversos compostos fenólicos (TIAN et al., 2004; ZHOU et al., 2004).

Os cereais mais utilizados para a fabricação de cerveja são a cevada e o trigo maltados. Isso pode apresentar um problema para indivíduos que sofrem de doença celíaca, uma intolerância às proteínas de glúten encontrado na cevada e trigo. Tais pessoas devem seguir uma dieta sem glúten (HAGER, TAYLOR, WATERS & ARENDT, 2014). Esta é uma razão pela qual pode ser útil substituir os ingredientes convencionais na produção de cerveja por arroz, um cereal sem glúten e prontamente disponível. Uma outra razão é a possibilidade de se produzir cerveja com matérias-primas alternativas, de menor custo, nos países onde a cevada não é cultivada (MAYER et al., 2016).

O arroz não maltado descascado é frequentemente utilizado como adjuvante na preparação de cerveja, após uma fase de pré-cozimento. No entanto, há pouca informação disponível sobre malte e cerveja com 100% de arroz (MAYER et al., 2016). Assim, a produção de cerveja de arroz é problemática, tanto da maneira tradicional, usando o cereal maltado e de uma forma mais moderna, adicionando enzimas exógenas à matéria-prima não maltada (MAYER et al., 2016).

## 4.2 Aveia

A aveia pertence à família *Poaceae*, subfamília *Pooideae*, gênero *Avena*. O gênero é composto por aproximadamente 450 espécies. As espécies de *Avena* mais cultivadas são *A. sativa* e *A. byzantina* (KLAJN, 2011).

A aveia é uma boa fonte de fibras solúveis, especialmente as  $\beta$ -glicanas, proteínas (albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas), aminoácidos essenciais (triptofano, lisina e metionina), ácidos gordos insaturados (ácido oléico, linoléico e linolênico), os carboidratos do grão variam entre 60,4 a 71,3%, sendo o amido o maior constituinte, vitaminas de maior relevância são as do complexo B e vitamina E, minerais (fósforo e ferro) e fitoquímicos (avenantramidas) (RADAELLI, et al., 2013; BUT, et al., 2008).

Os efeitos benéficos à saúde têm sido atribuídos principalmente à fração altamente viscosa do  $\beta$ -glucano, que tem a capacidade de retardar a absorção intestinal de glicose e reduzir a nível sérico, o perfil lipídico, colesterol total e de baixa densidade (LDL). Como também auxiliar na diminuição do risco de doenças cardiovasculares (RADAELLI, et al., 2013; BUT, et al., 2008; KLAJN, 2011).

## 4.3 Centeio

O centeio (*Secale cereale* L.) ocupa o oitavo lugar entre os cereais cultivados no mundo. A cultura destina-se à alimentação animal ou humana, além de servir como adubação verde. No Brasil, o centeio foi introduzido por imigrantes alemães e poloneses no século passado, e até hoje o cultivo é realizado, em grande parte, por descendentes de europeus (NASCIMENTO JUNIOR e LUNARDI, 2011).

Este grão apresenta grande rusticidade e adaptação a solos pobres, especialmente os arenosos. É tolerante a solos ácidos. Este cereal é utilizado na alimentação humana como farinha para produção de pães e biscoitos, na produção de alimentos dietéticos e na indústria de bebidas destiladas claras (NASCIMENTO JUNIOR e LUNARDI, 2011).

Quanto a sua composição, os percentuais de carboidratos, lipídios, proteínas, fibras e de cinzas do centeio não se diferenciam muito dos demais cereais. Tal composição pode variar em função do cultivar, do clima e do solo. Apenas se diferencia por conter maior concentração de pentoses. Esses polissacarídeos (hemicelulose ou glicoprotídeos), apresentam influências na digestão. Devido a essa influência é que a indústria de alimentos integrais e dietéticos observa uma crescente demanda por subprodutos de centeio (BAIER, 1994).

## 4.4 Cevada

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) pertence à família das gramíneas *Poaceae*, gênero *Hordeum*. A espécie é originária do Oriente Médio com evidências arqueológicas que sugerem o início do seu cultivo há cerca de 17.000 anos atrás

(LIZARAZO, 2003).

O grão de cevada é formado por quatro estruturas: o pericarpo, a camada de aleurona, o endosperma e o embrião (gérmen). A camada de aleurona e o embrião controlam os processos fisiológicos de produção e liberação de enzimas, como também o grau de hidrólise das paredes celulares do endosperma durante a germinação. O endosperma, composto basicamente de amido envolvido em uma matriz proteica, é a principal reserva de nutrientes do grão. Este tem muita importância para a indústria cervejeira, pois proporciona os substratos necessários para a conversão de açúcares em álcool no processo de fermentação (SOARES, 2003; LIZARAZO, 2003).

O consumo regular de cevada tem sido associado à redução do risco de doença cardíaca, câncer de cólon, pressão arterial elevada e cálculos biliares. Esses potenciais terapêuticos são atribuídos as substâncias bioativas presentes na cevada, especialmente o  $\beta$ -glucano (IDEHEN, et al., 2016).

#### 4.5 Milho

O milho é produzido em quase todos os continentes, sendo sua importância econômica caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal e humana até a indústria de alta tecnologia, como a produção de filmes e embalagens biodegradáveis (PAES, 2006).

Os grãos do milho apresentam colorações variando desde o preto até o vermelho. O peso individual do grão varia, em média, de 250 a 300mg e sua composição média em base seca é 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra e 4% de gordura. O grão de milho é formado por: endosperma (83% do grão), gérmen (11% do grão), pericarpo (5%) e ponta (2%), as quais diferem em composição química e também na organização dentro do grão (PAES, 2006).

O endosperma é composto principalmente de amido (88%). Nele estão presentes os carotenóides, substâncias lipídicas que conferem a cor aos grãos de milho. Zeaxantina, luteína, betacriptoxantina, alfa e beta carotenos são os principais carotenóides nos grãos de milho (PAES, 2006).

Diversos estudos (CASTRO, 2014; CURI et al, 2008; VIROLI et al, 2014) demonstram que as cervejas artesanais elaboradas a base de milho, normalmente apresentam características físico-químicas (pH, extrato seco, densidade e acidez total) dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente que normatiza os parâmetros de qualidade para a cerveja.

Quanto aos aspectos sensoriais, o estudo de Castro (2014) demonstrou que formulações de cervejas artesanais elaboradas a base de milho possuíam aceitação global similar à de cervejas comerciais. Essas formulações apresentaram odor, sabor e aparência muito parecidos com cervejas comerciais, mas quanto a coloração, as bebidas contendo milho tinham maior intensidade de cor.

## 4.6 Trigo

O trigo (*Triticumaestivum* L.) é considerado um dos grãos mais importantes e um componente primordial da dieta humana em todo o mundo. Os grãos de trigo são as principais matérias-primas utilizadas para produzir vários alimentos à base de cereais, por isso se tem uma preocupação crescente com a qualidade do grão. A estrutura do grão de trigo é importante para todos os aspectos da utilização, pois determina o comportamento do grão durante o processamento. Os grãos de trigo são geralmente de forma oval, constituído, basicamente, por pericarpo (7,8 a 8,6%), endosperma (87 a 89%) amiláceo envolto por vários tecidos periféricos com diferentes estruturas e composições químicas (EVERS & BECHTEL, 1988; BELDEROK et al., 2000; SIEPRAWSKA et al., 2014) e gérmen (2,8 a 3,5%) (QUAGLIA, 1991).

O pericarpo, a camada mais externa e protetora do grão, é rico em fibras e sais minerais (ATWELL, 2001; POPPER et al., 2006). O endosperma consiste numa matriz proteica, no qual está inserido grande número de grânulos de amido (HADDAD et al., 2001; HOSENEY, 1991). O endosperma externo, a camada de aleurona, tem uma estrutura especial: consiste em uma única camada de células cúbicas. A camada de aleurona é rica em proteínas e enzimas, que desempenham um papel vital no processo de germinação. Além dos carboidratos, o endosperma contém gorduras (1,5%) e proteínas (13%): albuminas, glubulinas e as proteínas do glúten (gluteninas e gliadinas) que formarão o glúten na fabricação de massa. O conteúdo de minerais e fibras dietéticas são baixas; 0,5% e 1,5%, respectivamente (BELDEROK et al., 2000). O gérmen é a estrutura onde se encontra grande parte dos lipídeos e dos compostos fundamentais à germinação do grão, é rico em proteínas (25%) e minerais (4,5%) (ATWELL, 2001; CORNELL 2003).

Os grãos de trigo possuem, além de quantidades significativas de amido (cerca de 60-70%), proteína (cerca de 10-18%) e gordura (cerca de 1-1,5%), também possui quantidades consideráveis de minerais (4-7%), fitoquímicos, vitaminas e fibras que fazem do trigo um componente valioso para a saúde humana (ANJUM et al., 2008; ŠRAMKOVÁ et al., 2009; PENG et al., 2011). O amido é constituído, basicamente por dois polímeros, a amilose e a amilopectina (HOSENEY, 1991), sendo que no trigo comum a quantidade de amilose corresponde a 25% do amido (ATWELL, 2001).

As cervejas de trigo possuem cor que pode variar de palha à escura (ARAÚJO, SILVA & MINIM, 2003). Este grão não deve ser utilizado em proporções elevadas, pois aumenta o teor de arabinoxilanos no mosto, que possuem peso molecular superior aos encontrados no malte de cevada, o que aumenta sua viscosidade e diminui a eficiência da filtração (LU & LI, 2006). O desenvolvimento de microrganismos durante a germinação na superfície do grão é um motivo para não ser utilizado em larga escala na elaboração de cervejas (HOUGH, 1990). O tempo de malteação e de germinação do grão devem ser curtos quando este é empregado para produção de cervejas. De acordo com o estilo, o trigo pode ser maltado (por exemplo, Weissbier

alemão) ou não maltado (por exemplo, Witbier belga). Regulamentos alemães especificam uma quota de pelo menos 50% de malte de trigo para cerveja Weissbier (REINOLD, 1997).

A temperatura de gelatinização do amido de trigo é similar à do malte e pode ser adicionado diretamente durante a mosturação. Muitas cervejarias realizam o aquecimento em local apropriado para o cozimento dos adjuntos e quando forem adicionados os 10% de malte, recomenda-se que a mistura permaneça a 48°C durante 30 minutos para que promova a ação das beta-glucanases sobre os beta-glucanos, que estão presentes em grande quantidade no trigo (PRIEST & STEWART, 2006).

## REFERÊNCIAS

ANJUM, F. M.; AHMAD, I.; BUTT, M. S.; ARSHAD, M. U.; PASHA, I. Improvement in end-use quality of spring wheat varieties grown in different eras. **Food Chem.** 2008. 106(2), 482-486.

ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** v.23, n.2, p. 121-128, 2003.

ATWELL, W. A. Wheat Flour. Eagen Press Handbook Series. **American Association of Cereal Chemists.** St. Paul, 2001.

BAIER, A. C. Centeio. Passo Fundo: Embrapa, 1994.

BELDEROK, B.; MESDAG, H.; DONNER, D.A. 2000. Bread-making quality of wheat. **Springer**, New York.

BRASIL. Decreto nº 9902, de 8 de julho de 2019. Altera o Anexo ao Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 de julho de 2019. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9902.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9902.htm). Acesso em: 06.08.2019.

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 julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 jun. 2009. Disponível em: <[http://gpex.aduaneiras.com.br/gpex/gpex.dll/infobase/atos/decreto/decreto6871\\_09/dec%2006871\\_09\\_01.pdf](http://gpex.aduaneiras.com.br/gpex/gpex.dll/infobase/atos/decreto/decreto6871_09/dec%2006871_09_01.pdf)>. Acesso em: 20.07.2016.

CASTRO, O. M. **Obtenção de Cerveja Super Concentrada com a Utilização de Xarope de Milho como Adjunto de Malte.** 144f. Mestrado (Mestrado em Ciências) Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2014.

CERVBRASIL. **Associação Brasileira da Indústria da Cerveja.** Anuário 2016. Disponível em: <[http://cervbrasil.org.br/arquivos/anuario2016/161130\\_CervBrasilAnuario2016\\_WEB.pdf](http://cervbrasil.org.br/arquivos/anuario2016/161130_CervBrasilAnuario2016_WEB.pdf)>. Acesso em: 05 de dez. 2016.

CORNELL, H. In: Cauvain SP (ed) Bread Making: Improving Quality. **Wood head Publishing**, Cambridge (2003).

CURI, R. A. et al. Produção de cerveja utilizando cevada e maltose de milho como adjunto de malte: análises físico-química, sensorial e isotópica. **Braz. J. Food. Technol.** Preprint Series, n. 340, 2008.

- EVERS, A.D.; BECHTEL, D.B. 1988. Microscopic structure of the wheat grain, in: Y. Pomeranz. (Ed.), **Wheat: Chem. Technol.** (AACC, St Paul), p. 47-95.
- HADDAD, Y.; BENET, J. C.; DELENNE, J. Y.; MERMET, A.; ABECASSIS, J. Rheological Behaviour of Wheat Endosperm - Proposal for Classification Based on the Rheological Characteristics of Endosperm Test Samples. **Journal of Cereal Science**.v.34, n.1, p.105-113, 2001.
- HAGER, A.S.; TAYLOR, J.P.; WATERS, D.M.; ARENDT, E.K. Gluten free beer – a review. **Trends in Food Science & Technology**, 36 (2014), pp. 44–54.
- HOSENEY, R.C. Principios de ciencia y tecnologia de los cereales. Zaragoza: Acribia, 1991. 321p.
- HOUGH, J.S. 1990. Biotecnologia de la Cerveja y de la Malta. Zaragoza, Editorial Acribia S.A., 194 p.
- IDEHEN, E., TANG, Y., SANG, S. Bioactive phytochemicals in barley. **Journal of food and drug analysis**, 1-1 4, 2016.
- JULIANO, B.O. Rice in human nutrition. The International Rice Research Institute and Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy (1993).
- JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B.O. (Ed.). **Rice: Chemistry and Technology**. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1985. Cap.2, p.17-57.
- KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chemistry**, 80 (2003), pp. 589–596.
- KIRIN BEER UNIVERSITY. Kirin Beer University Report Global Beer Production by Country in 2015. KIRIN HOLDINGS COMPANY, LIMITED. News Releases. 2016. Disponível em: <[http://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2016/0810\\_01.html](http://www.kirinholdings.co.jp/english/news/2016/0810_01.html)>. Acesso em: 07 dez. 2016.
- LIU, L.; TONG, C.; BAO, J.; WATERS, D. L. E.; ROSE, T.J.; BAO, J.; KING, G.J. Determination of starch lysophospholipids in rice using liquid chromatography–mass spectrometry (LC-MS). **J. Agric. Food Chem.** 62 (2014), pp. 6600–6607.
- LIZARAZO, D. X. C. **Parâmetros físico-químicos, germinativos e microestruturais de qualidade em cultivares brasileiros de cevada cervejeira**. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- LU, J.; LI, Y. 2006. Effects of arabinoxyl and solubilization on wort viscosity and filtration when mashing with grist containing wheat and wheat malt. **Food Chemistry**, 98(1):164-170.
- MATSUO, T.; HOSHIKAWA, K. Science of the rice plant: morphology. Tokyo: **Food and Agriculture Policy**. Research Center, 1993.
- MAYER, H.; CECCARONI, D.; MARCONI, O.; SILEONI, V.; PERRETTI, G.; FANTOZZI, P. Development of an all rice malt beer: A gluten free alternative. **LWT - Food Science and Technology**. v. 67, 2016, p. 67–73.
- NASCIMENTO JUNIOR, A., LUNARDI, L. Cultivares de triticale e de centeio 2011/2012. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011.
- PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho. Minas Gerais: EMBRAPA, 2006.

- PENG, J. H.; SUN, D.; NEVO, E. Domestication evolution, genetics and genomics in wheat. **Mol. Breeding**, 28(3), 281-301. 2011.
- POPPER, L; SCHÄFER, W. & FREUND, W. Future of Flour – A Compendium of Flour Improvement. Kansas City: Agrimedia, 2006. 325 p.
- PRIEST, F.G.; STEWART, G.G. 2006. Hand book of Brewing. New York, Taylor & Francis Group, 829 p.
- QUAGLIA, G. Ciencia y tecnologia de La panificación. Zaragoza: Acribia,1991. 485 p.
- REINOLD, M.R. 1997. Manual Prático de Cervejaria. São Paulo, Aden Editora, 103 p.
- SHI, R.;LI, H.;TONG, Y.;JING, R.;ZHANG, F.;ZOU,C. Identification of quantitative trait locus of zinc and phosphorus density in wheat (*Triticum aestivum* L.) grain. **Plant Soil**, 306 (1–2) (2008), pp. 95–104.
- SIEPRAWKA, A.; FILEK, M.; WALAS, S.; TOBIASZ, A.; MROWIEC, H.; MISZALSKI, Z. Does micro and macroelement content differentiate grains of sensitive and tolerant wheat varieties. 2014. **Acta Physiol. Plant.** 36(11), 3095-3100.
- SOARES, R. M. D. **Caracterização parcial de amido em cultivares brasileiros de cevada (*Hordeum vulgare* L.)**. 127f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- ŠRAMKOVÁ, Z.; GREGOVÁ, E.; ŠTURDÍK, E. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. **Acta Chemical Slovaca**, 2009. 2(1), 115-138.
- TANAKA, K.; YOSHIDA, T.; ASADA, K.; KASAI, Z. Subcellular particles isolated from aleuron layer of rice seeds. **Archives on Biochemistry and Biophysics**, New York, v.155, p.136-143, 1973.
- TIAN, S. et al. Analysis of phenolic compounds in white rice, brown rice, and germinated brown rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.4808-4813, 2004.
- VIROLI, S. L. M.; VIEIRA, J. T. F.; SOUSA, L.M. C. Produção e análise de cerveja artesanal a base de milho. **Journal of Bioenergy and Food Science**. Macapá, v.1, n. 3, p.87-89, out./dez. 2014.
- ZHOU, Z.; BLANCHARD, C.; HELLIWELL, S.; ROBARDS, K. Fatty acid composition of three rice varieties following storage. **Journal of Cereal Science**, v.37, n. 3, p.327-335, 2003.
- ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p.849-868, 2004.

## ADITIVOS PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES - IMPLICAÇÕES E ALTERAÇÕES NA MICROBIOTA E HISTOLOGIA DO TRATO DIGESTÓRIO

**Bruna Tomazetti Michelotti**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

**Ana Carolina Kohlrausch Klinger**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

**Bernardo Baldisserotto**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

**RESUMO:** Em virtude do intenso uso de aditivos, prebióticos e próbióticos na piscicultura, elaborou-se este capítulo. O mesmo tem como objetivo expor o conceito destes termos, bem como, as implicações e alterações na microbiota e histologia do trato digestório de peixes submetidos a esses compostos. Os aditivos são substâncias isentas de valor nutricional mas, que são utilizadas para otimizar o desempenho produtivo dos animais. Já os prebióticos, figuram como compostos não digeridos pelas enzimas endógenas dos animais, atuando portanto, apenas como substrato para populações microbianas benéficas. Assim, a principal ação dos prebióticos é estimular o crescimento e/ou ativar o metabolismo de grupos de bactérias benéficas do trato intestinal. Os probióticos são compostos vivos – bactérias por exemplo – que agem otimizando os processos fisiológicos no metabolismo animal. O uso de aditivos,

prebióticos e probióticos na nutrição de peixes é promissor. Trata-se de uma área de grande potencial para pesquisas, diante da crescente demanda populacional por produtos piscícolas e a necessidade de se substituir compostos danosos para os sistemas produtivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** morfologia, nutrição animal, piscicultura

### ADDITIVES PREBIOTIC AND PROBIOTIC IN FISH FEEDING - IMPLICATIONS AND CHANGES IN MICROBIOTA AND DIGESTORY TRACT HISTOLOGY

**ABSTRACT:** Due to the intense use of additives, prebiotics and pro-biotics in fish farming, this chapter was elaborated. It aims to expose the concept of these terms, as well as the implications and changes in the microbiota and histology of the digestive tract of fish submitted to these compounds. Additives are substances without nutritional value but which are used to optimize the productive performance of animals. Prebiotics, on the other hand, appear as undigested compounds by animal endogenous enzymes, acting only as substrate for beneficial microbial populations. Thus, the main action of prebiotics is to stimulate growth and / or activate metabolism of beneficial bacterial groups in the intestinal tract. Probiotics are living compounds

- bacteria for example - that act by optimizing the physiological processes in animal metabolism. The use of additives, prebiotics and probiotics in fish nutrition is promising. This is an area of great potential for research, given the growing population demand for fish products and the need to replace harmful compounds for production systems.

**KEYWORDS:** animal nutrition, morphology, fish farming

## 1 | INTRODUÇÃO

Grande parte do sucesso na piscicultura intensiva está no controle da infestação por bactérias e protozoários, responsáveis pelo declínio do desempenho zootécnico e reprodutivo (GOULART, 2015). Com a finalidade de mitigar esses efeitos, o uso disseminado de antibióticos e outros tratamentos químicos terapêuticos acarretou na resistência a drogas na aquicultura. A fim de reduzir o uso desses medicamentos, houve aumento na busca de produtos nutracêuticos alternativos, como prebióticos, probióticos e aditivos que contribuem para garantir a saúde e o máximo desempenho dos organismos aquáticos (HOSEINIFAR et al., 2011; ZHU et al., 2012).

Os prebióticos são compostos abióticos (geralmente fibras) que não são digeridos pelas enzimas digestivas normais (JUNQUEIRA et al., 2009). Desse modo, de acordo com Chiquieri et al. (2007), a principal ação dos prebióticos é estimular o crescimento e/ou ativar o metabolismo de algum grupo de bactérias benéficas do trato intestinal. Agem intimamente relacionados aos probióticos (compostos bióticos) e constituem o alimento das bactérias probióticas (CHIQUIERI et al., 2007).

Já os aditivos, são substâncias que não têm valor nutritivo, mas que são utilizadas para otimizar o desempenho produtivo dos animais (minimizando o estresse por exemplo). Ainda de acordo com Hernández et al. (2012) tem sido provada a vantagem do emprego de microrganismos benéficos ou aditivos orgânicos como promotores de crescimento, substituindo agentes quimioterápicos e antimicrobianos.

Em virtude do intenso uso de aditivos, prébióticos e próbióticos na piscicultura, elaborou-se este capítulo. O mesmo tem como objetivo expor o conceito destes termos, bem como, as implicações e alterações na microbiota e histologia do trato digestório de peixes submetidos a esses compostos.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aditivos

Os aditivos são substâncias isentas de valor nutricional mas, que são utilizadas para otimizar o desempenho produtivo dos animais. De acordo com Hernández et al. (2012) tem sido provada a vantagem do emprego de microrganismos benéficos ou aditivos orgânicos como promotores de crescimento, substituindo agentes quimioterápicos e antimicrobianos.

Zeppenfeld et al. (2016) examinaram a morfologia intestinal de bagres (*Rhamdia quelen*) alimentados com dietas suplementadas com óleo essencial (OE) extraído de *Aloysia triphylla* (0 - controle, 0,25, 0,5, 1,0 e 2,0mL OE por kg de dieta) por 60 dias. Os referidos autores expuseram que a altura das vilosidades foi significativamente maior no grupo controle e 0,25mL OE em comparação com aqueles alimentados com 0,5mL de OE por kg de dieta. Houve ainda aumento significativo no número de vilosidades nos peixes alimentados com 1,0 e 2,0mL de OE por kg de dieta comparado ao grupo controle.

## 2.2 Prébióticos

Os prebióticos figuram como compostos não digeridos pelas enzimas endógenas dos animais, atuando portanto, apenas como substrato para populações microbianas benéficas. Assim, a principal ação dos prebióticos é estimular o crescimento e/ou ativar o metabolismo de grupos de bactérias benéficas do trato intestinal.

Goulart (2015) estudou o efeito prebiótico de diferentes concentrados de fibra alimentar (CFA) obtidos de fontes agroindustriais (semente de linhaça, polpa cítrica e levedura), na morfologia intestinal de juvenis jundiás (*Rhamdia quelen*). Para tal, foram utilizados 90 juvenis de jundiá para cada tratamento (30 por tanque e 3 três tanques) alimentados com dietas isocalóricas e isoprotéicas por 8 semanas. Oito alimentos mistos foram formulados para o ensaio biológico, contendo farinha de peixe, amido de milho e celulose: dieta controle (0g/kg de CFA); dieta CP5 (5g/kg de prebióticos comerciais baseados em oligossacarídeos Bio-Mos® Alltech, Lexington, Kentucky, EUA); dieta MG 5 (5g/kg de mucilagem); dieta PN 5 (5g/kg de pectina); dieta  $\beta$ G + M 5 (5g/kg de  $\beta$ -glucana + manana); dieta MG10 (10g/kg de mucilagem); dieta PN10 (10g/kg de pectina); e dieta  $\beta$ G + M 10 (10g/kg de  $\beta$ -glucana + manana).

De acordo com a referida autora, a altura das vilosidades e a espessura epitelial do intestino de jundiás foram significativamente afetadas pelas dietas. Peixes alimentados com dietas suplementadas com CFA, exceto aqueles suplementados com 5g/kg de proteína bruta, obtiveram maior altura de vilosidade ( $P < 0,05$ ) quando comparados ao controle. A espessura epitelial intestinal foi significativamente maior no grupo controle em comparação aos animais suplementados com  $\beta$ -glicana + manana. Da mesma forma, animais tratados com PC5 apresentaram maior ET quando comparados aos suplementados com PN 5 ou com  $\beta$ g + M 5 ( $P < 0,05$ ). Goulart (2015) ainda cita que o efeito dos prebióticos sobre os parâmetros de crescimento em várias espécies de peixes tem sido intensamente estudado, mas os dados sobre o efeito dos polissacarídeos não-amiláceos como promotores ecológicos ainda são limitados. Assim, este estudo foi o primeiro a investigar o efeito de CFA como prebiótico para jundiás.

## 2.3 Probióticos

Os probióticos são compostos vivos – bactérias por exemplo – que agem otimizando os processos fisiológicos no metabolismo animal. Poletto (2015) estudou o efeito de uma cepa de bactéria amilolítica potencialmente probiótica isolada do intestino do jundiá visando melhorar a digestibilidade de carboidratos em peixes. Duas de 31 cepas isoladas do intestino anterior foram consideradas amilolíticas e a que produziu maior halo pela secreção da amilase, foi a escolhida. A candidata probiótica, identificada como *Aeromonas veronii* mostrou a capacidade de sobreviver a diversos níveis de pH e sais biliares, além de secretar um interessante perfil enzimático.

Poletto (2015) cita que a utilização da bactéria amilolítica *A. veronii* como suplemento probiótico na dieta foi analisada com relação a histologia do jundiá. A referida autora não observou alterações histológicas intestinais significativas com a suplementação da bactéria probiótica (Figura 1).

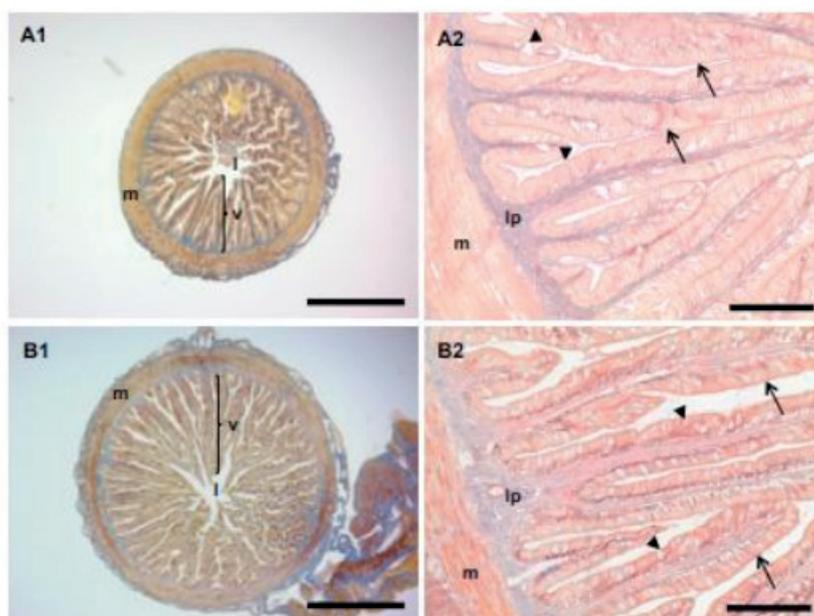


Figura 1 - Imagem panorâmica da porção mediana (A1 e B1) e detalhe de corte transversal da porção mediano-distal do intestino de jundiá (*Ramdia quelen*) (A2 e B2). Dieta controle (A) e dieta suplementada com bactéria (B). Camada muscular (m), vilosidades (v), lâmina própria (lp), células caliciformes (cabeça de seta), borda em escova (seta). Coloração: Papanicolau. Barras: 1 mm (panorâmica) e 25  $\mu$  (detalhe). Fonte: Poletto (2015).

## 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de aditivos, prebióticos e probióticos na nutrição de peixes é promissor. Trata-se de uma área de grande potencial para pesquisas, diante da crescente demanda populacional por produtos piscícolas e a necessidade de se reduzir o uso de compostos nocivos - como os antibióticos – para os sistemas.

## REFERÊNCIAS

- CHIQUEIRI, J.; HURTADO NERY, V. L.; RIBEIRO NOBRE SOARES, R. D. T., QUEIROZ DE CARVALHO, E. C.; DELGADO DA COSTA, A. P. Bioquímica sanguínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.2, 2007.
- GOULART, F.R. **Potencial prebiótico de diferentes concentrados de fibra alimentar na dieta de juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*)**. 2015. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- HERNÁNDEZ, D.R.; SANTINÓN, J.J.; SÁNCHEZ, S.; DOMITROVIC, H. A. Effects of prebiotics on growth and survival of silver catfish (*Rhamdia quelen*) juveniles. **Interciencia**, v.37, n.8, p.627-631, 2012.
- HOSEINIFAR, S.H.; MIRVAGHEFI, A.; MERRIFIELD, D.L.; AMIRI, B. M.; YELGHI, S.; BASTAMI, K.D. The study of some haematological and serum biochemical parameters of juvenile beluga (*Huso huso*) fed oligofructose. **Fish Physiol. Biochemistry**, v.37, n.1, p.91-96, 2011.
- JUNQUEIRA, O.M., et al. Uso de aditivos em rações para suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, 2394 – 2400, 2009.
- POLETTO, T.V.. **Aeromonas veronii como candidata a probiótico para o jundiá (*Rhamdia quelen*): efeitos no desempenho e digestibilidade**. 2015. 101p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- ZEPPENFELD, C. C., et al. Essential oil of *Aloysia triphylla* as feed additive promotes growth of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture nutrition**, v.22, n.4, p. 933 – 940, 2016.
- ZHU, H.; LIU, H.; YAN, J.; WANG, R.; LIU, L. Effect of yeast polysaccharide on some hematologic parameter and gut morphology in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Fish Physiology Biochemistry**, v.38, n.5, p.1441-1447, 2012.

## ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA SOJA E UM DE SEUS PRINCIPAIS PRODUTOS, O EXTRATO DE SOJA

### **José Marcos Teixeira de Alencar Filho**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(UFRPE), Faculdade Irecê (FAI)  
Recife – PE, Irecê – BA

### **Andreza Marques Dourado**

Faculdade Irecê (FAI)  
Irecê – BA

### **Leonardo Fideles de Souza**

Faculdade Irecê (FAI)  
Irecê – BA

### **Valderez Aparecida Batista de Oliveira**

Faculdade Irecê (FAI)  
Irecê – BA

### **Pedrita Alves Sampaio**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(UFRPE)  
Recife – PE

### **Emanuella Chiara Valença Pereira**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(UFRPE)  
Recife – PE

### **Isabela Araujo e Amariz**

Universidade Federal Rural de Pernambuco  
(UFRPE)  
Recife – PE

### **Morganna Thinesca Almeida Silva**

Faculdade Irecê (FAI)  
Irecê – BA

trazem riscos que podem afetar a qualidade de vida humana nos dias modernos, visto que a população necessita conscientizar-se acerca da seriedade de alimentos que apresentam substâncias que ajudam na promoção da saúde, além da sua função nutricional. Um exemplo desses alimentos é a soja, de nome científico *Glycine max L.*, a qual se tem elevado o consumo de leite de soja no Brasil, combinado com sucos de frutas. O leite de soja é um produto de elevado valor nutricional, com alto conteúdo proteico, a fim de satisfazer as necessidades não somente nutritivas e sensoriais, mas também pode ser usada como medida preventiva de doenças e terapêutica. Este trabalho teve por finalidade abordar o valor da composição centesimal da soja e do extrato de soja (leite de soja) trazendo consigo uma abordagem do valor nutricional desse alimento de consumo humano. O estudo tratou-se de uma pesquisa exploratória de caráter qualitativo embasado numa breve revisão de literatura sobre o tema, num recorte temporal feito do ano de 2003 a 2019 nas principais bases de dados como SciELO, LILACS e BVS. De acordo com estudos, o consumo da soja é eficaz no controle de algumas doenças e de seus fatores de risco. Pesquisas realizadas ao longo das últimas décadas vêm comprovando que as isoflavonas presentes na soja podem trazer benefícios no controle de patologias tais

**RESUMO:** **Introdução:** Numerosos fatores

como o câncer, menopausa e osteoporose. Em relação a composição centesimal, tem-se para a soja, em média, 40% de proteína, 29% de carboidrato, 20% de lipídios e 5% de fibras. Para o extrato da soja, tem-se em torno de 3-5% de proteína, 1-2% de lipídeos e 93-96% de umidade. A soja é um alimento com alegação de propriedade de saúde e sua ingestão deve ser incentivada, visto que a presença de isoflavonas, proteínas, vitaminas, minerais e fibras são de grande utilidade na promoção da saúde. **PALAVRAS-CHAVE:** soja; leite de soja; alimentos funcionais; composição centesimal.

## ANALYSIS OF THE CENTESIMAL COMPOSITION OF SOYBEAN AND ONE OF ITS MAIN PRODUCTS, SOYBEAN EXTRACT

### 1 | INTRODUÇÃO

Alimentos podem ser definidos como produtos de composição complexa que são consumidos a fim de satisfazer as necessidades nutritivas e sensoriais. Além disso, nota-se que a alimentação não é vista somente como meio de prevenir uma deficiência nutricional, e sim como medida tanto preventiva como terapêutica para diversos quadros de doenças. Desse modo, os alimentos com alegação de propriedades funcionais trazem, tanto propriedades nutricionais básicas, como produzem efeitos benéficos ao organismo, preservando ou restabelecendo a saúde do indivíduo (SILVA; TASSI; PASCOAL, 2016).

Dentre os alimentos com alegação de propriedades funcionais mais estudados, destacam-se a soja, o tomate, o peixe, a linhaça, os vegetais crucíferos (brócolis e repolho), o alho, a cebola, as frutas cítricas, o chá verde, a uva, a aveia, entre outros (CASÉ; DELIZA; ROSENTHAL, 2005).

A soja (*Glycine max L.*) é considerada um alimento funcional porque possui propriedades energéticas básicas além de um elevado teor proteico. Existem estudos que apontam a utilização da soja na prevenção do câncer e tratamento de doenças cardiovasculares. Isso se deve ao fato de apresentar em sua composição moléculas com ação anticarcinogênicas, como isoflavonoides e gliciteína, que são inibidores de saponinas e tripsina (PAULETTO, FOGAÇA, 2012).

O grão de soja é formado em média por 13% a 20% de lipídeos (que fornecem energias para a metabolização de proteínas e síntese de novos tecidos), 35% a 40% de proteínas, 30% de carboidratos, 10% a 13% de umidade e cerca de 5% de minerais (CUNHA; VIANA; SILVA; SILVA, 2015). Além disso, fornecem ácidos graxos importantes, como é o caso do ácido linoleico e linolênico, e algumas vitaminas (PAULETTO, FOGAÇA, 2012).

Soja e seus derivados têm sido utilizados há séculos nos países orientais como alimento básico da dieta, além de ingredientes para produtos industrializados no ocidente (CASÉ; DELIZA; ROSENTHAL, 2005). No Japão, a soja é consumida de diferentes maneiras: tofu (“queijo de soja”), natto (soja fermentada), missô (pasta

de soja fermentada), extrato de soja (“leite de soja”) dentre outros (SILVA; TASSI; PASCOAL, 2016).

Além do ponto de vista nutricional, com seu alto teor de proteína, além de minerais, vitaminas do complexo B e vitamina C, a soja apresenta isoflavonas, fitatos, fitoesteróis, peptídeos, oligossacarídeos e ácidos graxos poli-insaturados, que são compostos fitoquímicos importantes para a preservação do bom funcionamento do organismo (SILVA; TASSI; PASCOAL, 2016). A soja contém alta concentração de isoflavonas, as quais agem inibindo produção de oxigênio reativo e apresentando-se como antioxidante, e por isso está sendo relacionada à redução do risco de vários tipos de câncer, osteoporose, deficiência cognitiva, menopausa dentre outras doenças (SILVA; SÁ, 2012). Estudos epidemiológicos demonstraram que além do câncer de mama, a osteoporose e os sintomas da menopausa são raros nas sociedades asiáticas, demonstrando, assim, que a soja tem papel preventivo e terapêutico na saúde dessas populações (CASÉ; DELIZA; ROSENTHAL, 2005).

O presente trabalho tem por objetivo abordar a importância da composição centesimal de alimentos, dando ênfase a soja e ao extrato de soja (leite de soja). De tal modo, traz consigo uma abordagem acerca do valor nutricional dos alimentos propostos sob o aspecto da composição centesimal do grão e do extrato.

## 2 | METODOLOGIA

O trabalho tratou-se de uma revisão de literatura de caráter qualitativo, realizada a partir de artigos científicos e livros que trataram do tema proposto, em um recorte temporal feito do ano de 2003 a 2019. Para o embasamento teórico do estudo foram utilizadas pesquisas nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), nos meses de maio e junho de 2019. Foram utilizados como descritores as palavras: soja, leite de soja, alimentos funcionais, e composição centesimal, a partir das quais foi possível obter informações acerca da composição centesimal do grão da soja e do extrato de soja.

Os trabalhos foram selecionados com base na análise de seu título, resumo e texto completo, de forma que foram incluídos apenas artigos de interesse da pesquisa, além de livros relacionados a área de ciência e tecnologia de alimentos.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tem-se elevado no Brasil o consumo de leite de soja, em desenvolvimento de novos produtos à base de extrato hidrossolúvel de soja, sendo combinado, por exemplo, com sucos de frutas. Além disso, estes produtos da indústria possuem um sabor apreciável, assim, diminui o sabor característico de leite de soja. Portanto,

esse aumento e expansão da linha desses produtos no Brasil, utilizando extratos de soja de melhor qualidade, com menor intensidade de sabor característico, resulta na incorporação do leite de soja aos hábitos alimentares e de vida dos consumidores, os quais mostraram-se bem receptivos aos novos produtos à base de extrato hidrossolúvel de soja (BEHRENS; SILVA, 2004).

Em 2019 o Brasil comemora 137 anos de introdução da soja em seu território. Sua entrada no país deu-se em 1882 pelo estado da Bahia, quando fracassou comercialmente. Isso se deu ao fato de a soja introduzida ser adaptada a climas temperados ou subtropicais e a região onde a soja foi testada inicialmente na Bahia apresenta um clima tropical. Em virtude disso, a soja somente obteve êxito no Brasil cerca de 60 anos depois, quando foi avaliada nas condições de clima subtropical do estado do Rio Grande do Sul (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018).

O leite de soja é um alimento proteico, nutritivo, de fácil obtenção sendo considerado como boa opção na alimentação humana. No entanto, não tem uma boa aceitação devido ao seu sabor que não agrada ao paladar de muitos. Um processo baseado no branqueamento do grão de soja tem alcançado sucesso na obtenção do leite de soja com sabor suave e boa solubilidade. Os grãos decorticados são branqueados em solução de  $\text{NaHCO}_3$  a 0,25% na proporção de 1:3 de soja:solução, durante 20 min. Em seguida, a solução de branqueamento é drenada e os grãos são desintegrados com água em ebulição, em moinho de facas e martelos, com peneira de 0,5 mm. A mistura resultante, com aproximadamente 11% de sólidos, é submetida, por duas vezes, à homogeneização em homogeneizador APV Gaulin e a pressões de 3.000, 4.000, 5.000 e 6.000 psi, sendo designados como A, B, C e D, respectivamente. Os leites de soja assim obtidos, são secos por atomização com temperatura de entrada e saída de 200 e 90° C, respectivamente, tendo como produtos finais leites de soja em pó A, B, C e D (CABRAL et al., 1997). Um fluxograma resumindo este processo pode ser visualizado na figura 1.

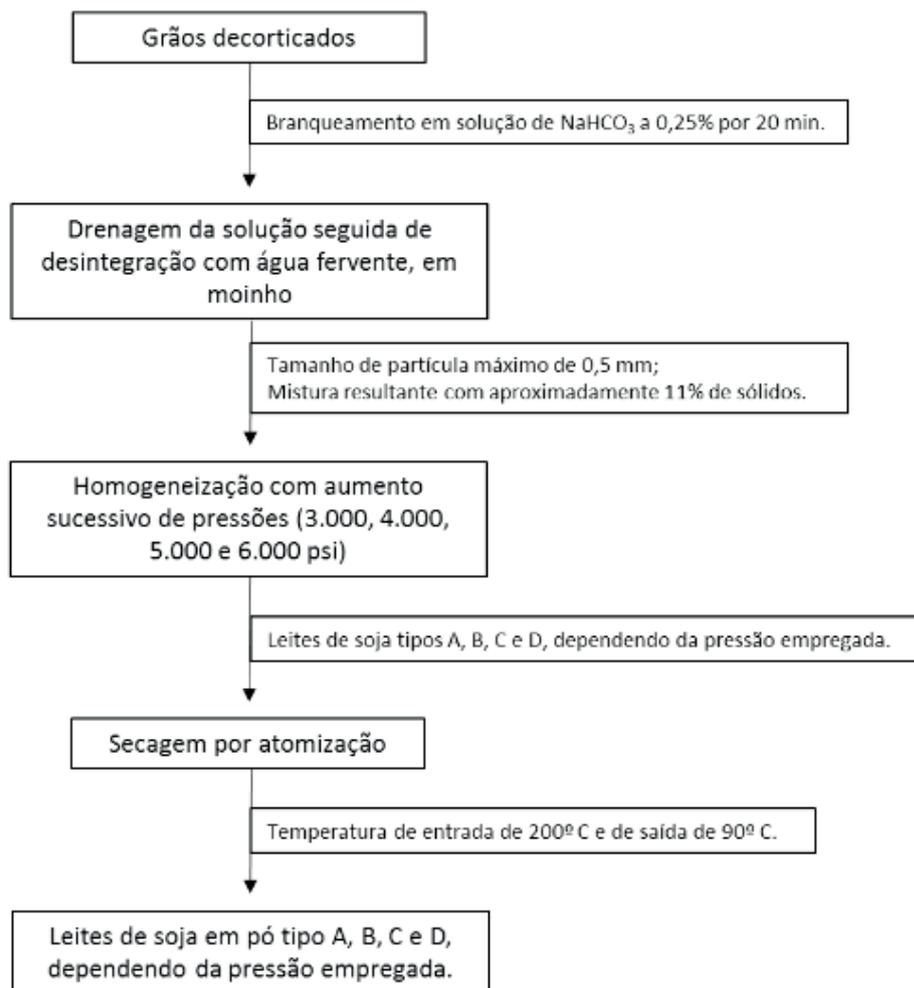


Figura 1 – Fluxograma da obtenção do leite de soja.

Fonte: Cabral e colaboradores, 1997 (adaptado).

Estudos indicam que o consumo da soja seja eficaz no controle de algumas doenças e de seus fatores de risco. Ao longo das últimas décadas, pesquisas vêm demonstrando que as isoflavonas presentes em soja, podem trazer benefícios no controle de doenças crônicas tais como câncer, menopausa e osteoporose (CUNHA; VIANA; SILVA, 2015).

A soja é fonte de isoflavonas, compostos não esteroides com estrutura semelhante aos estrógenos naturais e fazem parte da classe dos fitoestrógenos. Estas são substâncias de origem vegetal que atuam como precursores de hormônios masculinos e femininos podendo provocar ações farmacológicas semelhantes aos hormônios endógenos (SILVA; TASSI; PASCOAL, 2016). Na figura 2 está demonstrada a estrutural geral das isoflavonas.

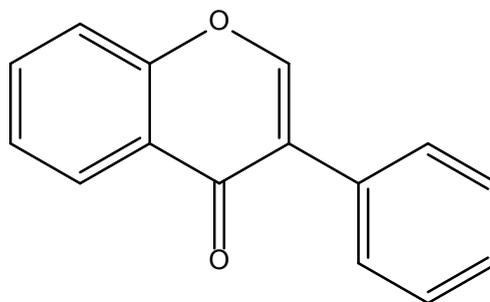


Figura 2 – Estrutura química geral das isoflavonas.

Fonte: autoria própria.

As isoflavonas são isoflavonoides, os quais são uma subclasse de flavonoides, compostos provenientes do metabolismo secundário vegetal. Os flavonoides representam uma classe bastante diversa de metabólitos secundários polifenólicos, ocorrendo em flores, frutos, folhas e raízes. Acumulam-se nos vegetais, sobretudo na forma de glicosídeos, localizando-se principalmente nas células epidermais superiores de folhas e cascas de frutos (EMERY; MARCGETTI, 2017).

Alguns isoflavonoides, como a gliciteína, são inibidores de saponinas e de tripsina. Algumas substâncias formadas pela ação de bactérias presentes no intestino, bem como as fibras presentes nos grãos de soja, estão entre as substâncias relacionadas à prevenção dos diversos tipos de câncer. Embora existam evidências dos benefícios da soja na prevenção e no controle do câncer, a comunidade científica ainda não conseguiu estabelecer totalmente os mecanismos fisiológicos de atuação e ação preventiva dos compostos da soja (CUNHA; VIANA; SILVA, 2015).

As concentrações de isoflavonas são relativamente altas nas leguminosas, e em particular na soja. Dentre as principais isoflavonas encontradas em seus grãos e derivados estão a genisteína, daidzeína, gliciteína, biochanina A e formononetina. A tabela 1 apresenta o teor de isoflavonas presentes em alguns alimentos derivados da soja (SIMÃO; BARBOSA; NUNES, 2008).

Alimento	Teor de genisteína (µg/g)	Teor de daidzeína (µg/g)
Grão de soja	200	700
Farinha de soja	800	650
Leite de soja em pó	570	680
Leite de soja	70	40

Tabela 1 – Teor de isoflavonas encontradas em alimentos a base de soja.

Fonte: Simão, Barbosa e Nunes, 2008 (adaptado).

No climatério feminino (fase da vida mais conhecida como menopausa) as taxas hormonais são bastante reduzidas, aparecendo problemas como sudorese, ondas de calor, pele seca, podendo ocorrer o aparecimento da osteoporose. Como as isoflavonas são estruturalmente parecidas com o estrógeno, ligam-

se aos receptores estrogênicos das células evitando o surgimento dos sintomas indesejáveis da tensão pré-menstrual e do climatério. As taxas de estrógeno no sangue reduzem acentuadamente após a menopausa, elevando assim, os riscos de mulheres desenvolverem osteoporose. Sendo assim, uma forma de combater a osteoporose é através da alimentação, com o consumo de alimentos ricos em cálcio, como o leite e os derivados, as verduras e a soja, auxiliando assim na sua prevenção (CUNHA; VIANA; SILVA, 2015).

Leguminosas são grãos conhecidos por seu alto teor proteico (até 40% de sua base seca). Além disso, de acordo com a espécie, pode haver maior concentração de lipídeos (soja e amendoim, por exemplo) ou de amido (feijões e favas, por exemplo). A composição centesimal de algumas leguminosas está representada na tabela 2 (KOBBLITZ, 2018).

Grão	Proteínas (%)	Carboidratos (%)	Lipídios (%)	Fibras (%)	Minerais (%)
Lentilha	29,6	61,7	3,10	3,20	2,40
Soja	40,0	29,0	20,0	5,00	6,00
Grão-de-bico	20,6	65,2	7,00	3,80	3,40
Ervilha	28,8	60,0	1,60	6,70	2,90

Tabela 2 – Composição centesimal (base seca) de alguns grãos de leguminosas.

Fonte: Koblitz, 2018 (adaptado).

Segundo Cunha e colaboradores (2015), o grão de soja é composto em média por 15% a 20% de lipídeos, 35% a 40% de proteína, 30% de carboidratos, 10% a 13% de umidade e cerca de 5% de minerais e cinzas podendo variar bastante, dependendo da variedade e das condições de crescimento.

O extrato hidrossolúvel de soja, mais conhecido como “leite de soja”, é um dos produtos da soja mais conhecidos. Um quilo de soja fornece cerca de seis a nove litros de “leite” de soja, restando aproximadamente 700 g de resíduo com alto teor proteico. Sua composição química varia em função da matéria-prima utilizada e do processamento empregado. O leite de soja constitui boa fonte de vitamina B, mas contém somente 29,3% de cálcio em relação ao leite de vaca. No entanto, apresenta proteína de alto valor nutricional, sendo deficiente apenas em relação aos aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) (TASHIMA; CARDELLO, 2003)

Valores médios da composição centesimal (%) dos extratos de soja obtidos de soja comum (SC), soja comum branqueada (SCB) e soja livre de lipoxigenase (SLL) estão expressos na tabela 3 (CIABOTTI; BARCELLOS; MANDARINO, 2006).

Extrato de soja	Umidade	Proteína*	Lipídios	Cinzas	ENN**
SC	93,70 b	3,56 a	1,62 b	0,30 b	0,81 a
SCB	95,18 a	3,12 b	1,48 c	0,18 c	0,05 b
SLL	93,79 b	3,26 b	1,72 a	0,36 a	0,87 a
EP***	0,117	0,090	0,014	0,014	0,101

Tabela 3 – Valores médios da composição centesimal (%) dos extratos de soja obtidos de soja comum (SC), soja comum branqueada (SCB) e soja livre de lipoxigenase (SLL).

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si ao nível de significância de 0,05 (Scott-Knott).

\*Proteína = % N X 6,25

\*\*ENN = extrato não nitrogenado.

\*\*\*Erro padrão da média.

Dados expressos com base em matéria integral.

Fonte: Ciabotti, Barcellos e Mandarino, 2006.

A partir da análise da composição centesimal da matéria-prima (soja) e do produto acabado (extrato de soja), pode-se perceber a grande variação dos macronutrientes principais, como é o caso da proteína total, que na matéria-prima pode chegar a 40% (base seca), e no produto acabado os valores ficam em torno de 3 a 5% (base úmida). Outro nutriente que vale ressaltar a alteração é o teor de lipídeos, que na soja está em torno de 20% (base seca), no entanto, no extrato de soja está entre 1 e 2% (base úmida). Esse resultado pode justificar a utilização do leite de soja por pessoas que necessitam fazer dieta com restrição de gorduras, tendo em vista o baixo teor de lipídios neste produto.

Deve-se levar em consideração que a soja como matéria-prima é um alimento sólido, seco, com baixa umidade, e por isso o teor de seus macronutrientes em base seca torna-se elevado. Diferentemente do leite de soja, que é um produto líquido, com alto teor de umidade (acima de 90%), o que faz com que seus macronutrientes apresentem-se de forma bastante diluída.

## 4 | CONCLUSÃO

Diante das exposições, a soja é um alimento com alegação de propriedade funcional e seu consumo deve ser incentivado, pois além da presença de isoflavonas e proteínas, este alimento apresenta vários outros nutrientes como vitaminas, minerais e fibras alimentares que são de grande utilidade na promoção e na manutenção da saúde.

Pelo fato de o leite de soja não conter lactose e nem colesterol, é ideal para portadores de intolerância à lactose ou indivíduos com indicação de ingestão de colesterol reduzida. Além disso, constitui excelente fonte proteica, podendo ser utilizado na prevenção e correção da desnutrição infantil.

Para além, destaca-se a valor deste produto no aumento da expectativa de vida da população. Sabendo que o aumento do número de patologias crônicas como câncer, obesidade, hipertensão, diabetes e osteoporose, sendo que o câncer e diabetes têm chamado maior a atenção dos indivíduos e dos órgãos públicos de saúde, torna-se necessário o incentivo ao consumo de alimentos que tem o poder de prevenir essas doenças. Nesse contexto, a soja insere-se de forma benéfica por suas propriedades nutricionais e medicinais, sendo considerada um alimento com alegação de propriedade de saúde, por estar relacionada à redução dos riscos de algumas doenças crônicas.

## REFERÊNCIAS

- BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P. Atitude do consumidor em relação à soja e produtos derivados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 3, p. 431-439, 2004.
- CABRAL, L. C.; WANG, S. H.; ARAUJO, F. B; MAIA, L. H. Efeito da pressão de homogeneização nas propriedades funcionais do leite de soja em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 286-290, 1997.
- CASÉ, F.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A.; MANTOVANI, D.; FELBERG, I. Produção de “leite” de soja enriquecido com cálcio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 86-91, 2005.
- CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M. F. P.; MANDARINO, J. M. G.; TARONE, A. G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofus de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 920-929, 2006.
- CUNHA, D.S.; VIANA, J. S.; SILVA, W. M.; SILVA, J. M. Soja para consumo humano: breve abordagem. **Agrarian Academy**, v. 2, n. 3, p. 101-113, 2015.
- EMERY, F. S.; MARCHETTI, J. M. **Farmacognosia**. 1ª edição. Ed. Atheneu, Rio de Janeiro, 2017.
- GAZZONI, D. L.; DALL’AGNOL, A. **Paralelo entre a soja no mundo e no Brasil**. Embrapa Soja- Capítulo em livro científico (ALICE), 2018.
- KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. 1ª edição, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2011.
- SILVA, C. O.; TASSI, É. M. M.; PASCOAL, G. B. **Ciência dos Alimentos: Princípios da Bromatologia**. 1ª edição, Rubio, Rio de Janeiro, 2016.
- SILVA, I. M. C.; SÁ, E. Q. C. Alimentos Funcionais: um enfoque gerontológico. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**, v. 1, n. 1, p. 24-28, 2012.
- SIMÃO, A. N. C.; BARBOSA, D. S.; NUNES, L. B.; GODENY, P.; LOZOVYOY, M. A. B.; DICHI, I. Importância da ingestão de soja nos sintomas do climatério, osteoporose e doenças cardiovasculares. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 12, n. 1, p. 67-75, 2008.
- TASHIMA, E. H.; CARDELLO, H. M. A. B. Perfil sensorial de extrato hidrossolúvel de soja (*Glicine max* L. Merrill) comercial adoçado com sacarose e com sucralose. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 409-428, 2003.

## APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS DO SORO DE QUEIJO

### **Adriana Aparecida Bosso Tomal**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Londrina – Paraná

### **Maria Thereza Carlos Fernandes**

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Londrina – Paraná

### **Alessandra Bosso**

Universidade Pitágoras Unopar, Programa de Pós-graduação - Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados  
Londrina – Paraná

### **Ariane Bachega**

Universidade Pitágoras Unopar, Programa de Pós-graduação - Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados  
Londrina – Paraná

### **Hélio Hiroshi Suguimoto**

Universidade Pitágoras Unopar, Programa de Pós-graduação - Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados  
Londrina – Paraná

**RESUMO:** O soro de queijo é um subproduto obtido pelos laticínios após a fabricação do queijo. O soro é altamente poluente se descartado incorretamente no meio ambiente. O aproveitamento adequado desse subproduto

é de grande importância em função do seu valor nutricional, funcional e biológico, além de proteger o ecossistema. Abordagens tecnológicas são aplicadas pelas indústrias de laticínios, biotecnológica e farmacêutica para converter o soro de queijo em produtos de valor agregado. Entre os produtos produzidos a partir do soro de queijo destacam-se a enzima beta-galactosidase, o galactooligossacarídeo e os alimentos funcionais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alimentos funcionais; Galactooligossacarídeo; Lactase; Soro de queijo.

### BIOTECHNOLOGICAL APPLICATIONS OF CHEESE WHEY

**ABSTRACT:** Cheese whey is a by-product obtained after cheese production. Whey is highly polluting if discarded or incorrectly in the environment. The proper use of this by-product is of great importance in the function of its nutritional, functional and biological value, besides protecting the ecosystem. Technological approaches are applied by the dairy, biotechnology and pharmaceutical industries to convert whey to value-added products. Among the products produced from the cheese whey are the enzyme beta-galactosidase, the galactooligosaccharide and the functional foods.

**KEYWORDS:** Functional foods; Galactooligosaccharide; Lactase; Cheese whey.

## 1 | INTRODUÇÃO

O soro de queijo é um subproduto proveniente da fabricação do processamento de queijo e altamente poluente quando eliminado no meio ambiente (APIL, 2017). No entanto pesquisas estão sendo realizadas para encontrar alternativas viáveis a sua utilização considerando seu valor nutricional. A lactose, proteínas, lipídios e sais minerais são os principais componentes do soro de queijo (RYAN; WALSH, 2016). O soro tem sido explorado como substrato para a síntese de diferentes produtos de valor comercial como a enzima beta-galactosidase, os galactooligossacarídeos (GOS) e como ingredientes para formulações alimentares. A beta-galactosidase é uma das enzimas mais importantes utilizadas em laticínios devido à sua capacidade de hidrolisar a lactose presente no leite, soro de queijo e produtos lácteos, a enzima também é responsável pela reação de transgalactosilação para obtenção de GOS (KAUR; PANESAR; SINGH, 2015).

A hidrólise da lactose traz inúmeros benefícios para indivíduos intolerantes à lactose, pois dessa forma a população acometida por essa condição pode ingerir leite e derivados lácteos sem sofrer com os sintomas causados pela lactose (JOHNSON et al., 1993). A produção de galactooligossacarídeos ocorre pela reação de transgalactosilação entre a lactose e a enzima  $\beta$ -galactosidase que são convertidos em glicose e galactose (TOMAL et al., 2010).

Entre as aplicações do soro de queijo, a adição em alimentos funcionais está ganhando cada vez mais espaço e aceitação entre os consumidores devido à atividade biológica exercida pelas substâncias bioativas. O soro de queijo apresenta características funcionais desejáveis para a indústria de alimentos entre elas, solubilidade, viscosidade, capacidade estabilizante e emulsificante (HARAGUCHI et al., 2006). Assim o soro de queijo apresenta aplicações para produção de leites recombinaos, iogurte, bebida láctea, achocolatados, sopas desidratadas, pães, bolos, fórmulas infantis, bebidas para esportistas, barra de proteínas e suplementos alimentares (PFLANZER et al., 2010).

## 2 | METODOLOGIA

O presente trabalho apresenta uma análise e revisão atual e sistemática da literatura nacional e internacional, reunindo informações sobre as aplicações biotecnológicas do soro de queijo. As buscas foram realizadas nas bases eletrônicas PubMed, Science Direct, Periódicos Capes e Google Acadêmico utilizando os seguintes descritores: soro de queijo, produção de beta-galactosidase, galactooligossacarídeo e alimentos funcionais.

## 3 | DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Soro de queijo

O soro de queijo é o líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos. Possui coloração amarelo-esverdeado e sabor ligeiramente ácido ou doce (BRASIL, 2005).

A produção mundial do soro de queijo é estimada em aproximadamente 180 a 190 x 10<sup>6</sup> ton/ano. (EL-TANBOLY; EL-HOFI; KHORSHID, 2017). No Brasil a produção em 2016 foi de 2.691 mil toneladas (MAPA, 2017).

O soro representa entre 80% a 90% do volume do leite e contém cerca de 55% dos seus nutrientes, podendo ser classificado em soro ácido e soro doce. O primeiro é obtido pela coagulação das proteínas do leite com ácidos orgânicos e o segundo é adquirido por ação de enzimas proteolíticas (PANESAR et al., 2007).

A composição nutricional varia de acordo com o leite do animal e com o tipo de queijo do qual foi originado (BRASIL, 2005). A maior parte do soro de queijo gerado é proveniente do leite de vaca. A composição do soro de queijo dessa espécie contém aproximadamente 93% de água, entre 4,6% a 6,2% de lactose, 0,1% a 1% de proteínas, 0,5% de lipídios e 8 a 10% de minerais (JELEN, 2011). Dentre os componentes do soro de queijo a lactose e as proteínas são os mais importantes para as indústrias. A lactose é utilizada como material energético para processos biotecnológicos e as proteínas possuem alto valor nutricional e propriedades funcionais. As principais proteínas contidas no soro são:  $\beta$ -lactoglobulina,  $\alpha$ -lactalbumina e imunoglobulinas (SILVA; BOLINI; ANTUNES, 2004).

### 3.2 Problemas Ambientais causados pelo soro de queijo

Devido ao grande volume gerado pelas indústrias de laticínios, o soro de queijo se tornou um problema ambiental, pois possui elevada taxa de matéria orgânica. Os problemas ambientais mais comuns causados pelo descarte do soro de queijo são, geração de odores desagradáveis, comprometimento do solo, poluição de águas, aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e o risco de eutrofização das águas. A lactose contida no soro de queijo é o maior constituinte (70% a 72% do total de sólidos), e o principal componente que causa os elevados valores de DBO (PRAZERES; CARVALHO; RIVAS, 2012).

A partir das décadas de 1960 e 1970, as agências reguladoras do meio ambiente e processadores de lácteos reconheceram e ressaltaram os danos ambientais causados pelo descarte do soro não tratado. O descarte sem o tratamento adequado foi proibido pela legislação na maioria dos países produtores de lácteos (SMITHERS, 2015)

As Resoluções 20, de 13 de junho de 1986 (BRASIL, 1986) e 430, de 13 de maio de 2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2011)

do Ministério do Meio Ambiente (MMA) dispõem que todo e qualquer resíduo ou elemento que altere as características naturais das águas, no caso incluídos os resíduos da atividade de laticínios, devem ser removidos antes do descarte, ou seja, é obrigatório o tratamento para seu descarte antes de serem lançados na natureza.

### 3.3 Valorização do Soro de Queijo

Esforços significativos estão sendo realizados em todo o mundo para encontrar formas de converter o soro de queijo em produtos comerciais (SMITHERS, 2015). A secagem e a desmineralização, o refino de lactose e das proteínas através da filtração em membranas são alguns destinos que estão sendo dados ao soro de queijo (SILVA; PACHECO; ANTUNES, 2010).

Na valorização do soro duas alternativas podem ser consideradas. A primeira é recuperar componentes de valor econômico como a lactose e as proteínas, aplicando tecnologias de recuperação de tais compostos. Outra alternativa é a aplicação do soro de queijo em processos fermentativos através da conversão da lactose para obtenção de produtos como, enzimas, galactooligossacarídeos (GOS), bioetanol, vinagre, ácido lático e propiônico, proteínas (PRAZERES; CARVALHO; RIVAS, 2012). Por ser fonte abundante de lactose o soro de queijo pode ser usado por microrganismos, como meio de cultivo para produção da enzima  $\beta$ -galactosidase (BOSSO et al., 2019).

### 3.4 Soro de queijo na produção de beta-galactosidase

A  $\beta$ -galactosidase também conhecida como lactase hidrolisa a lactose presente no leite, soro de queijo, permeado de soro de queijo (obtido através de filtração em membranas) e produtos lácteos. A enzima é mais comumente usada em tecnologia baseada em processamento de alimentos, particularmente na indústria de laticínios e indústria farmacêutica (VASILJEVIC; JELEN, 2001). A lactase é utilizada para produzir leite sem e/ou com lactose reduzida (essencial para indivíduos intolerantes à lactose), aumentar a solubilidade e evitar a cristalização da lactose em produtos lácteos, transgalactosilar a lactose promovendo a produção de GOS (LU et al., 2012).

As  $\beta$ -galactosidasas podem ser produzidas por vários organismos, incluindo plantas, animais e microrganismos, sendo esse último o mais utilizado. Fontes microbianas como bactérias, leveduras e fungos filamentosos são os mais utilizados por serem classificados como Generally Regarded as Safe (GRAS) e seguras para consumo humano (KOSSEVA et al., 2009). Diversos trabalhos foram realizados utilizando soro de queijo para produzir beta-galactosidase. You et al. (2017) e Viana et al. (2018) utilizando levedura e fungo filamentoso respectivamente para produzir Beta-galactosidase a partir da lactose contida no soro de queijo. Perini e colaboradores (2013) utilizaram a levedura *K. marxianus* em soro de queijo e milho e alcançaram produção expressiva de beta-galactosidase. Já Princely et al. (2013), produziram, caracterizaram e purificaram a enzima beta-galactosidase intracelular através de

*Streptococcus thermophilus* e concluíram que a enzima produzida a partir do soro de queijo possui características para aplicações industriais e biotecnológicas. Estes trabalhos indicam que o soro de queijo é um substrato adequado na produção da enzima beta-galactosidase.

### 3.5 Soro de queijo na produção de Galactooligossacarídeos

Além de realizar a hidrólise de produtos lácteos, as beta-galactosidases catalisam reações de transgalactosilação, através da transferência de uma unidade de galactose para outro carboidrato. Essa reação é aplicada na síntese de galactooligossacarídeos (FISCHER; KLEINSCHMIDT, 2018).

Os GOS possuem propriedades prebióticas e estão licenciados como aditivos de alimentos FOSHU (Foods for Specified Health Use) pelo Ministério da Saúde do Japão e são preconizados como GRAS pelo FDA, também são reconhecidos em todos os países da União Europeia como ingredientes alimentares e como aditivos devido a sua presença de forma natural no leite materno (TZORTZIS; VULEVIC, 2009).

O conceito de prebiótico foi definido pela primeira vez por Gibson e Roberfroid em 1995 como “ingrediente alimentar não digerível que afeta benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e/ou atividade de um ou de um número limitado de bactérias desejáveis no cólon” (GIBSON et al., 2017).

Desta forma, a Associação Científica Internacional de Probióticos e Prebióticos (ISAPP) define probiótico como um substrato utilizado seletivamente por microrganismos hospedeiros conferindo um benefício de saúde (HUTKINS et al., 2016).

Os prebióticos possuem características específicas como: resistência à digestão do hospedeiro, ser altamente fermentáveis pelos microrganismos intestinais e estimular seletivamente o crescimento e/ou a atividade de bactérias intestinais associadas à saúde (PÉRIS; GIMENO, 2008). A estrutura dos GOS pode diferir na composição dos açúcares, regioquímica das ligações glicosídicas e no grau de polimerização, dependendo da origem da enzima utilizada (FAI et al., 2014).

A concentração de GOS obtida pode variar amplamente dependendo das condições reacionais utilizadas. De modo geral, quanto maior a concentração de lactose no meio de fermentação maior será o seu rendimento (GOSLING et al., 2011).

A formação de GOS ocorre a partir de um substrato rico em lactose. O uso de subprodutos de processos industriais como o soro de queijo é uma alternativa que visa principalmente obter sustentabilidade ambiental e processos economicamente viáveis (YADAV et al., 2015).

A maior parte das pesquisas tendo em vista a produção de GOS, foram realizadas utilizando leite concentrado, soro de queijo *in natura* e/ou reconstituído e permeado de soro de queijo (FISCHER; KLEINSCHMIDT, 2018), utilizando enzima

beta-galactosidase originárias de *Aspergillus oryzae*, *Kluyveromyces lactis*, *Bacillus circulans* e espécies de *Lactobacillus*.

Lisboa et al. (2012) avaliaram a produção de GOS utilizando  $\beta$ -galactosidase de *K. lactis* (Lactozym® 3000L) em soro de queijo contendo 400g/L de lactose e atingiram o rendimento de 29.9% de GOS em 4 horas de reação. Em 2015, Padilha e colaboradores descreveram sobre o uso do permeado de soro de queijo contendo 250 g/L de lactose para obtenção de GOS, utilizando  $\beta$ -galactosidase de *Kluyveromyces marxianus* e obtiveram 322 g/Kg de GOS. Já Fischer e Kleinschmidt (2015) utilizaram das  $\beta$ -galactosidase de *Aspergillus oryzae* e *Kluyveromyces lactis* na síntese de GOS com soro de queijo doce e ácido como fonte de lactose. A comparação entre as duas fontes enzimáticas revelou que a produção de GOS pela enzima *Kluyveromyces lactis* apresentou maiores rendimentos, aproximadamente 33% de GOS. Estes estudos comprovam que o soro de queijo é um substrato adequado na produção de GOS.

Os GOS produzidos a partir do soro de queijo são utilizados na indústria de alimentos, em bebidas, adoçantes, formulação de leite em pó infantil, em ração animal como inibidor de salmonela, além da aplicação medicinal (cosméticos, produtos farmacêuticos e produtos para diabéticos) e na sua adição em produtos funcionais. Entretanto, o principal interesse na produção de GOS se encontra nas propriedades fisiológicas, particularmente no estímulo da produção de bactérias desejáveis no intestino (BRUNO-BARCENA; AZCARATE-PERIL, 2015).

### 3.6 Soro de queijo na produção de produtos funcionais

Muitos fatores alteram a qualidade da vida moderna, de forma que a preocupação com a alimentação faz a sociedade reconhecer cada vez mais a importância dos alimentos que auxiliam na promoção da saúde. Diante desse quadro os alimentos funcionais exercem relação direta com a microbiota intestinal, fazendo com que alimentos que contenham probióticos, prebióticos ou simbióticos (combinação de probiótico e prebiótico) sejam instrumentos de estudos (UYEDA et al., 2016).

Dentre os alimentos funcionais, aqueles que contêm cepas probióticas destacam-se por serem amplamente divulgados na mídia e apresentarem estudos multidimensionais para usos tecnológicos e industriais. Centenas de produtos lácteos fermentados adicionados de soro de queijo, probióticos, prebióticos e simbióticos, estão disponíveis no comércio do mundo todo (SAAD, 2006).

O desenvolvimento de bebidas com soro de queijo, principalmente as fermentadas, proporcionam novos sabores e aromas aos produtos, criando alternativas para recuperar essa importante fonte de nutrientes para a cadeia alimentar.

Rigoto et al. (2019) estudaram diferentes concentrações de polpa de açaí, colágeno hidrolisado e soro de queijo na produção de bebidas lácteas probióticas.

Dentre as formulações testadas, as que contiveram 22,5% de soro de queijo, receberam os melhores resultados na análise sensorial com índice de aceitabilidade acima de 70%. Desta forma a formulação mostrou-se uma alternativa para um novo produto funcional, de qualidade nutricional e aceitabilidade pelos consumidores. Outras formulações de bebidas lácteas foram testadas por Castro et al. (2013). As bebidas foram produzidas com diferentes concentrações de soro de queijo e adicionadas de *Lactobacillus acidophilus*. O teor de soro apresentou um efeito significativo sobre a aceitação das bebidas lácteas desenvolvidas, sendo que a bebida com concentração de 35% de soro de queijo resultou em maior aceitação pelos consumidores, e bebidas com concentrações entre 65% e 80% apresentaram maiores rejeições.

Segundo Lievore et al. (2015), o soro de queijo também pode ser utilizado como um substituto da água na produção de leite fermentado. Em estudo realizado pelos pesquisadores adicionando soro de queijo ácido na formulação de leite fermentado com adição de *L. acidophilus*, *L. casei* e *Bifidobacterium sp.*, a aceitação global do produto foi de 90%. Os autores confirmaram que o uso do soro como substituto da água em uma formulação de leite fermentado é tecnicamente viável.

O desenvolvimento de bebidas funcionais destaca-se como alternativa de utilização do soro, porém não é a única forma de aproveitamento desse subproduto. De Castro-Cislaghi et al. (2012) desenvolveram uma sobremesa contendo *Bifidobacterium* Bb-12 utilizando soro de queijo como agente encapsulante. Os resultados mostraram que o soro de queijo exerceu efeito protetor ao microrganismo. O soro de queijo também foi utilizado na produção de biofilmes comestíveis. Gagliarin et al. (2019) desenvolveram biofilme constituído por soro e polissacarídeo de grãos de Kefiran como matriz para cepas probióticas. Os filmes comestíveis desenvolvidos apresentaram boas propriedades ópticas e mecânicas para a aplicação em alimentos, além de garantir a viabilidade dos microrganismos prebióticos testados.

Micke et al. (2012) afirmaram que as proteínas do soro de queijo possuem propriedades funcionais que contribuem para a modulação do metabolismo e na defesa dos organismos animais e humanos. Portanto as proteínas do soro de queijo podem ser incorporadas como ingredientes na formulação de produtos funcionais e assim contribuir para a diminuição dos impactos ambientais causado pelo descarte irregular desse subproduto.

## 4 | CONCLUSÃO

Tendo em vista a qualidade nutricional do soro de queijo e seus inúmeros benefícios para a saúde, fica evidente que o aproveitamento deste subproduto, visando a obtenção de produtos de valores econômicos, é uma alternativa para reduzir impactos ambientais e destinação nobre ao soro de queijo.

## REFERÊNCIAS

- APIL, R. S. **Soro, a riqueza desperdiçada: de descarte na fabricação de queijos à produto de alto valor industrial.** Revista Leite & Queijos, v. 6, n. 33, p.8-12, 2017.
- BOSSO, A.; TOMAL, A. A. B.; SILVA, J. B.; SUGUIMOTO, H.H. **Soro de Queijo para Produção de  $\beta$ -Galactosidase.** Uniciências, v. 23, p. 31-37, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Circular nº 175, de 16 de maio de 2005. Procedimentos de Verificação dos Programas de Autocontrole. Coordenação Geral de Programas Especiais do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal – CGPE/DIPOA. Brasília, DF, 16 mai. 2005.
- BRUNO-BARCENA, J. M.; AZCARATE-PERIL, M. A. **Galactooligosaccharides and colorectal cancer: feeding our intestinal probiome.** Journal of Functional Foods, v. 12, p. 92-108, 2015.
- CASTRO, W. F.; CRUZ, A. G.; BISINOTTO, M. S.; GUERREIRO, L. M. R.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A.; CUNHA, R. L.; DELIZA, R. **Development of probiotic dairy beverages: rheological properties and application of mathematical models in sensory evaluation.** Journal Dairy Science, v. 96, p. 16–25, 2013.
- DE CASTRO-CISLAGHI, F. P.; SILVA, C. D. R. E.; FRITZEN-FREIRE, C. B. LORENZ, J. G.; SANT’ANNA, E. S. **Bifidobacterium Bb-12 microencapsulated by spray drying with whey: survival under simulated gastrointestinal conditions, tolerance to NaCl, and viability during storage.** Journal of Food Engineering, v. 113, n. 2, p. 186–193, 2012.
- EL-TANBOLY, E. S.; EL-HOFI, M.; KHORSHID. Recovery of cheese whey, a by-product from the dairy industry for use as an animal feed. Journal of Nutritional Health & Food Engineering, v. 6, n. 5, p.148-154, 2017.
- FAI, A. E. C., SILVA, J. B., ANDRADE, C. J.; BUTION, M.L.; PASTORE, G.M. **Production of prebiotic galactooligosaccharides from lactose by *Pseudozyma tsukubaensis* and *Pichia kluyveri*.** Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. v. 03, p. 343-350, 2014.
- FISCHER, C.; KLEINSCHMIDT, T. **Synthesis of galactooligosaccharides in milk and whey: A review.** Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 17, p. 678–697, 2018.
- FISCHER, C.; KLEINSCHMIDT, T. **Synthesis of galactooligosaccharides using sweet and acid whey as a substrate.** International Dairy Journal. v. 48, p. 15-22, 2015.
- GAGLIARINI, N.; DIOSMA, G.; GARROTE, G.; ABRAHAM, A. G.; PIERMARIA, J. Whey protein-kefiran films as driver of probiotics to the gut. LWT, v. 105, p. 321-328, 2019.
- GIBSON, G. R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E.; PRESCOTT, S. L.; REIMER, R. A.; SALMINEN, S. J.; SCOTT, K.; STANTON, C.; SWANSON, K. S.; CANI, P. D.; VERBEKE, K.; REID, G. **Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics.** Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, v. 14, n. 8, p. 491-502, 2017.
- GOSLING, A.; STEVENS, G. W.; BARBER, A. R.; KENTISH, S. E.; GRAS, S. L. **Recent advances refining galactooligosaccharide production from lactose.** Food Chemistry, v. 121, p. 307–318, 2010.
- HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C de; PAULA, H. de. **Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana.** Revista de Nutrição, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

HUTKINS, R. W.; KRUMBECK, J. A.; BINDELS, L. B.; CANI, P. D.; FAHEY, G. JR.; GOH, Y. J.; HAMAKER, B.; MARTENS, E. C.; MILLS, D. A.; RASTAL, R. A.; VAUGHAN, E.; SANDERS, M. E. **Prebiotics: why definitions matter.** Current Opinion in Biotechnology, v. 37, p. 1-7, 2016.

JELLEN, P. **Utilization and Products**, in: Fuquay, J., Fox, P., McSweeney, P. (Eds.), Encyclopedia of Dairy Sciences, v. 4, p. 731–737, 2011.

JOHNSON, A. O.; SEMENYA, J. G.; BUCHOWSKI, M. S.; ENWONWU, C. O.; SCRIMSHAW, N. S. Correlation of lactose maldigestion, lactose intolerance and milk intolerance. The American Journal of Clinical Nutrition, v. 57, p. 199-401, 1993.

KAUR, R.; PANESAR, P. S.; SINGH, R. S. **Utilization of Whey for the Production of  $\beta$ -Galactosidase Using Yeast and Fungal Culture.** World Academy of Science, Engineering and Technology, v. 9, p. 690-694, 2015.

KOSSEVA, M. R.; PANESAR, P. S.; KAUR, G.; KENNEDY, J. F. **Use of immobilised biocatalysts in the processing of cheese whey.** International Journal of Biological Macromolecules, v. 45, n. 5, p. 437–447, 2009.

LIEVORE, P.; SIMOES, D. R. S.; SILVA, K. M.; DRUNKLER, N. L.; BARANA, A. C.; NOGUEIRA, A.; DAMIATE, I. M. **Chemical characterization and application of acid whey in fermented milk.** Journal Food Science Technology, v. 52, p. 2083-2092, 2015.

LISBOA, C. R.; MARTINEZ, L. S.; TRINDADE, R. A.; COSTA, F. A. A.; BURKERT, J. F. M.; BURKERT, C. A. V. **Response surface methodology applied to the enzymatic synthesis of galacto-oligosaccharides from cheese whey.** Food Science and Biotechnology, v. 21, p.1519-1524, 2012.

LU, L.; SHUZE, X.; LAN, J.; DAYU, Z.; YUMEI, L.; MIN, X. **Synthesis of galactosyl sucralose by  $\beta$ -galactosidase from *Lactobacillus bulgaricus* L3.** Food Chemistry, v. 134, n. 1, p. 269–275, 2012.

MICKE, P.; BEEH, K. M.; BUHL, R. **Effects of long-term supplementation with whey proteins on plasma glutathione levels of HIV-infected patients.** European Journal of Nutrition, v. 41, p. 12-18, 2002.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Relatórios de produtos por UF. Brasília: MAPA, 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 20, de 18 de junho de 1986. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jul. 1986. Disponível em. Acesso: 12 Jul. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, 15 Informações Econômicas, SP, v. 47, n. 2, abr./jun. 2017. Aspectos Relativos à Produção de Soro de Leite no Brasil, 2007-2016 DF, 16 maio 2011. Disponível em: Acesso: 12 jul. 2019.

PANESAR, P.; KENNEDY, J.; GANDHI, D.; BUNKO, K. **Bioutilisation of whey for lactic acid production.** Food Chemistry, v. 105, p. 1-14, 2007.

PERINI, B. L. B.; SOUZA H. C. M.; KELBERT, M.; APATI, G. P.; PEZZIN, A. P. T.; SCHNEIDER, A. L. S. **Production of  $\beta$ -galactosidase from cheese whey using *Kluyveromyces marxianus* cbs 6556.** Chemical Engineering Transactions, v. 32, p. 991-996, 2013.

- PÉRIS, P. G.; GIMENO, C. V. **Evolución en el conocimiento de la fibra**. *Nutrición Hospitalaria*, v. 22, n. 2, p. 20-25, 2007.
- PFLANZER, S. B.; CRUZ, A. G.; HATANAKA, C. L.; MAMEDE, P. L.; CADENA, R.; FARIA, J. A. F.; SILVA, M. A. A. P. **Perfil sensorial e aceitação de bebida láctea achocolatada**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 2, p. 391-398, 2010.
- PRAZERES, A.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. **Cheese whey management: a review**. *Journal of Environmental Management*, v. 110, p. 48–68, 2012.
- PRINCELY, S.; BASHA S. N.; KIRUBAKARAN, J. J.; DHANARAJU, D. M. **Biochemical characterization, partial purification, and production of an intracellular beta-galactosidase from *Streptococcus thermophilus* grown in whey**. *European Journal of Experimental Biology*, v. 3(2), p. 242-251, 2013.
- RIGOTO, J. M.; RIBEIRO, T. H. S.; STEVANATO, N.; SAMPAIO, A. R.; RUIZ, S. P.; BOLANHO, B. C. **Effect of açai pulp, cheese whey, and hydrolysate collagen on the characteristics of dairy beverages containing probiotic bacteria**. *Journal of Food Process and Engineering*, v. 42, 2019.
- RYAN, M. P.; WALSH, G. **The biotechnological potential of Whey**. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, v. 15, p. 479-498, 2016.
- SAAD, S. M. I. **Probióticos e prebióticos: o estado da arte**. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v. 42, n. 1, 2006.
- SILVA, K.; BOLINI, H. M. A.; ANTUNES, A. J. **Soro de leite bovino em sorvete**. *Alimentos e Nutrição*, v. 15, n. 2, p. 187-196, 2004.
- SILVA, M. E. C.; PACHECO, M. T. B.; ANTUNES, A. E. C. **Estudo da viabilidade tecnológica da aplicação de coacervado de soro de leite com carboximetil celulose em iogurte probiótico**. *Brazilian Journal Food Technology*, v. 13, n. 1, p. 30-37, 2010.
- SMITHERS, G. W. **Whey-ing up the options – Yesterday, today and tomorrow**. *International Dairy Journal*, v. 48, p. 2-14, 2015.
- TOMAL, A. A. B.; CUNHA, M. E. T. DA; BOSSO, A.; YOUSSEF, E. Y.; SUGUIMOTO, H. H. **Avanços tecnológicos na obtenção, purificação e identificação de galactooligosacarídeos e estudo de suas propriedades prébióticas**. *UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 12, p. 41-49, 2010.
- TZORTZIS, G.; VULEVIC, J.; **Galactooligosaccharide prebiotics**, In: *Prebiotics and Probiotics: Science and Technology*. Ed. D. Charalampopoulos & R.A. Rastall, Springer Science, New York, p. 207-244, 2009.
- UYEDA, M.; BUONOMI, H. C. D.; GONZAGA, M. F. N.; CARVALHO, F. L. O. **Probióticos e prebióticos: benefícios acerca da literatura**. *Revista de Saúde UniAGES*, v. 1, n. 1, 2016.
- VASILJEVIC, T.; JELEN, P. **Innovative**. *Food Science & Emerging Technologies*, v. 3 p. 365-370, 2002.
- VIANA, C. S.; PEDRINHO, D. R.; MORIOKA, R. I.; SUGUIMOTO, H. H. **Determination of cell permeabilization and beta-galactosidase extraction from *Aspergillus oryzae* CCT 0977 grown in whey cheese**. *International Journal Chemical Engineering*, p. 1-6, 2018.
- YADAV, J. S. S.; YANA, S.; PILLI, S.; KUMAR, L.; TYAGI, R. D.; SURAMPALLI, R. Y. **Cheese whey: a potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides**. *Biotechnology Advances*, v. 33, p. 756–774, 2015.

YOU, S.; CHANG, H.; YIN, Q.; WANG, M.; SU, R.; HE, Z. **Utilization of whey powder as substrate for lowcost preparation of  $\beta$ -galactosidase as main product, and ethanol as by-product, by a litre-scale integrated process.** Bioresource Technology, v. 245, p. 1271-1276, 2017.

## ENZIMAS INDUSTRIAIS E SUA APLICAÇÃO NA AVICULTURA

### Felipe Dilelis de Resende Sousa

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Instituto de Zootecnia, DNAP  
Seropédica – Rio de Janeiro

### Túlio Leite Reis

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
CCG  
Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro

**RESUMO:** As enzimas são moléculas que atuam na catálise de reações bioquímicas, facilitando a ocorrência de determinadas reações. A adição de enzimas exógenas na ração de aves visa maximizar o uso do alimento pelo animal, seja pela melhoria da digestibilidade de alguns nutrientes, das características da digesta ou da saúde intestinal. A maior parte das rações são compostas por ingredientes de origem vegetal, nos quais existe a presença de fatores antinutricionais, como fitato, polissacarídeos não-amiláceos e inibidores de enzimas endógenas, e estes fatores antinutricionais reduzem o valor biológico do alimento para as aves. Fitase, enzimas que atuam nos polissacarídeos não amiláceos (PNAses) e proteases têm sido as enzimas mais utilizadas na nutrição animal. Conhecer as enzimas industriais e seus efeitos na nutrição animal é de grande importância para formulação de dietas modernas, buscando a melhor eficiência

produtiva da cadeia. Nesta revisão de literatura serão abordados temas relacionados às principais enzimas utilizadas na nutrição e seus efeitos sobre o frango de corte.

**PALVRAS-CHAVE:** fator antinutricional, fitase, PNAses, protease.

### INDUSTRIAL ENZYMES AND THEIR APPLICABILITY IN POULTRY FARMING

**ABSTRACT:** Enzymes are molecules that act in the catalysis of biochemical reactions, facilitating the occurrence of reactions. The addition of exogenous enzymes in poultry feed aims to maximize the feed use by the animal, either by improving the digestibility of some nutrients, the characteristics of digestion or intestinal health. Diets are composed of ingredients of plant origin, in which there are the presence of antinutritional factors such as phytate, non-starch polysaccharides and inhibitors of endogenous enzymes, and these antinutritional factors reduce the biological value of feed to poultry. Phytase, enzymes that act on non-starch polysaccharides (NSPase) and proteases have been the most used enzymes in animal nutrition. Knowing the industrial enzymes and their effects on animal nutrition is of great importance for the formulation of modern diets, seeking the best productive efficiency of the

poultry industry. The present review will address topics related to the main enzymes used in animal nutrition and their effects on broiler chicken.

**KEYWORDS:** antinutritional factor, NSPase, phytase, protease.

## 1 | INTRODUÇÃO

O custo com alimentação é a parte mais onerosa da produção avícola. Diversas são as técnicas empregadas para aumentar a eficiência produtiva a partir da nutrição animal e dentre essas, destaca-se a utilização de enzimas exógenas, a utilização dessas visa maximizar o uso do alimento pelo animal, seja pela melhoria da digestibilidade de alguns nutrientes, das características da digesta ou da saúde intestinal.

A maior parte das rações para frangos de corte são compostas por ingredientes de origem vegetal, nos quais existe a presença de fatores antinutricionais, como fitato, polissacarídeos não-amiláceos, inibidores de enzimas endógenas, entre outros. Os fatores antinutricionais reduzem o valor biológico do alimento para as aves, por se complexarem com nutrientes da dieta durante sua passagem pelo trato digestório, reduzindo a digestão e absorção.

As enzimas são proteínas globulares de estrutura terciária ou quaternária em sua grande maioria, que quando fornecidas em rações (enzimas exógenas) para animais são classificadas como aditivos zootécnicos digestivos. Atuam na catálise de reações bioquímicas, sendo as hidrolases as mais utilizadas na nutrição animal. Dados do sindicato dos produtores de ração do Brasil, mostram que em 2016 as enzimas foram os amplamente utilizadas na fabricação de rações, correspondendo a 41% dos aditivos zootécnicos utilizados em produção de rações, seguidos por pré e probióticos (31%) e antimicrobianos melhoradores de desempenho (28%) (SINDIRAÇÕES, 2017).

Conhecer as enzimas industriais e seus efeitos na nutrição animal é de grande importância para formulação de dietas modernas, buscando a melhor eficiência produtiva da cadeia. Nesta revisão de literatura serão abordados temas relacionados às principais enzimas utilizadas na nutrição e seus efeitos sobre o frango de corte.

## 2 | FITASE

A maior parte das rações para frangos de corte são compostas por ingredientes de origem vegetal, nos quais o fitato é a principal forma de armazenamento de fósforo. Apenas uma pequena parte deste fósforo fítico pode ser aproveitada pelas aves, sendo grande parte desse mineral eliminado nas excretas, aumentando assim o impacto ambiental causado pela atividade. Ademais, o ácido fítico encontra-se carregado negativamente, o que lhe confere alto potencial para se complexar com moléculas carregadas positivamente como cátions, principalmente minerais

divalentes, e proteínas (CHERYAN, 1980). Há também a possibilidade de complexação com amido, bem como a possibilidade de ser um potente inibidor da enzima alfa amilase (CAWLEY e MITCHELL, 1968). Evidências foram relatadas também por Liu et al. (2008), de que a ingestão de fitato também pode causar hiperprodução de mucina e a diminuição da atividade enzimática no trato gastrointestinal. As fitases (hexafosfato de mio-inositol fosfohidrolases) são enzimas capazes de hidrolisar as ligações fosfoéster da molécula de fitato, tornando o fósforo hidrolisado disponível para ser aproveitado pelas aves. Essas enzimas são amplamente encontradas nos microrganismos, plantas e certos tecidos animais (VATS e BANERJEE, 2004), funcionam catalisando a reação de desfosforilação do ácido fítico em ésteres de fosfato de mio-inositol menores ( $IP_6 \rightarrow IP_5 \rightarrow IP_4 \rightarrow IP_3 \rightarrow IP_2 \rightarrow IP_1$ ) através de uma reação de hidrólise, liberando o fosfato inorgânico e juntamente o nutriente complexado a sua estrutura para possível absorção pelo animal. Nos vegetais, as formas  $IP_5$  e  $IP_6$  têm maior potencial de efeito negativo na biodisponibilidade de nutrientes, enquanto os demais compostos formados têm baixa capacidade de ligar-se a minerais, ou os complexos formados são mais solúveis (SANDBERG et al., 1989).

A atividade dessa enzima é, normalmente, expressa em unidades de atividade de fitase (FTU), sendo que 1 FTU é a quantidade de fósforo inorgânico liberado ( $\mu\text{mol}$ ) durante um minuto de reação em uma solução de fitato de sódio 5,1 mmol/L em pH 5,5 e temperatura de 37 °C (ENGELEN et al., 1994).

O pH ótimo de ação da enzima é de extrema importância para sua aplicação na nutrição animal. O principal local de ação da fitase tanto em aves quanto em suínos, é anteriormente ao intestino delgado (SELLE e RAVINDRAN, 2007), onde prevalece a ocorrência de pH ácido, sendo as fitases ácidas as de maior interesse para aplicação em dietas avícolas.

Gao et al. (2013) encontraram uma redução de  $IP_6$  no inglúvio de 38 e 49 %, quando utilizaram os níveis de 500 e 1000 FTU/kg de ração de galinhas poedeiras. Resultados similares foram observados em frangos de corte, por Li et al. (2016), ao avaliarem a concentração de  $IP_6$  no proventrículo e moela com o fornecimento de fitase exógena. Obtiveram 0,348% de  $IP_6$  sem o fornecimento de fitase, e 0,194 e 0,141% de  $IP_6$  quando suplementados com 500 e 1000 FTU/kg de ração, respectivamente. Nesta pesquisa também foram mensuradas as taxas de desaparecimento de  $IP_6$  no íleo, sendo observados valores de 17 a 32% sem a inclusão da enzima, de 57 a 78% com a inclusão de 500 FTU/kg de ração, e 75 a 91% com a inclusão de 1000 FTU/kg de ração. Em frangos de corte, a maior parte da ação da enzima se dá nos segmentos do inglúvio, proventrículo e moela, onde o pH varia de 5,5 a 3 respectivamente (RAVINDRAN, 2013).

Em um estudo de revisão, Selle e Ravindran (2007) mencionam diferentes estudos de equivalência de fósforo com inclusão de fitase em frangos, encontrando resultados que variavam de 0,6 g a 2,12 g de P/kg de ração. Tamaña variação deve-

se ao tipo de ingrediente utilizado, nível de fósforo fítico, relação cálcio:fósforo, tipo de fitase utilizada e nível de inclusão da enzima. Fazendo uma avaliação conjunta destes dados, os autores concluíram que 766 FTU/kg de ração equivalem a 1g de P/kg de ração, em dietas contendo 2 g/kg de fósforo disponível, 2,37 g/kg de fósforo fítico e relação cálcio:fósforo de 1,84:1, o que resultaria em uma taxa de degradação do fitato de 42%.

O fitato também é considerado um fator antinutricional, devido à capacidade de complexação com outros nutrientes, tornando parte deles indisponíveis, portanto mensurar o efeito extra-fosfórico da suplementação com fitase para frangos de corte tem sido alvo de diversas pesquisas. Os principais efeitos extrafosfóricos relatados na literatura tem sido sobre a maior digestibilidade de cálcio (RAVINDRAN et al., 2008), proteínas e aminoácidos e da energia da dieta (LIU et al., 2010).

### **3 | ENZIMAS QUE ATUAM NOS POLISSACARÍDEOS NÃO-AMILÁCEOS**

Os polissacarídeos não-amiláceos (PNAs), são os principais constituintes da parede celular dos vegetais, consistem de uma série de polissacarídeos solúveis e insolúveis. As unidades básicas dos PNAs da parede celular são: arabinose e xilose (pentoses); glicose, galactose e manose (hexoses); as 6-desoxihexoses ramnose e fucose; e os ácidos urônicos glucurônico e galacturônico (ou seus 4-O-metil éteres). Embora os PNAs sejam constituídos de apenas dez monossacarídeos comuns, cada monossacarídeo pode existir em formas de 2 anéis (piranose e furanose), e esses resíduos podem ser ligados através de ligações glicosídicas em qualquer um de seus 3, 4 ou 5 grupos hidroxila disponíveis e em 2 ( $\alpha$  ou  $\beta$ ) orientações. Como resultado, os PNAs podem adotar um grande número de formas tridimensionais e, assim, oferecer uma vasta gama de superfícies funcionais. Os PNAs também podem estar ligados à lignina e à suberina, que fornecem superfícies hidrofóbicas (KNUDSEN, 2014).

Dependendo da solubilidade dos seus constituintes, as fibras são classificadas em solúveis e insolúveis. As propriedades anti-nutricionais dos PNAs estão principalmente nas fibras solúveis (TAVERNARI et al., 2008), causando principalmente os seguintes efeitos em dietas fornecidas à aves: encapsulamento dos nutrientes que se encontram no interior das células vegetais que impedem o acesso das enzimas endógenas necessárias a sua degradação; formação de gel que dificulta a digestão e reduz a absorção dos nutrientes; e aumentam a viscosidade do bolo alimentar, diminuindo a velocidade de transito da digesta pelo intestino, consequentemente exercendo um efeito negativo sobre o consumo do alimento (BORGES, 1997).

As paredes celulares das plantas consistem tipicamente de 35 a 50% de celulose, 20 a 35% de hemicelulose e 10 a 25% de lignina por massa seca. A celulose e a lignina são considerados PNAs insolúveis. Portanto, as hemiceluloses contêm a maior parte dos PNAs solúveis, e são formadas por uma ampla variedade de carboidratos (PALOHEIMO et al., 2011), dentre eles os arabinoxilanos, beta-

glucanos, mananos, entre outros.

Dentre as principais enzimas que agem sobre os PNAs utilizadas na produção avícola pode-se citar a xilanase, beta-glucanase e mananase, sendo que mais de 80% do mercado mundial de carboidrases é representado pelas duas primeiras (ADEOLA & COWIESON, 2011).

### 3.1 Xilanase

As xilanas são classes de enzimas produzidas por diversos microrganismos de substrato lignocelulósicos, que hidrolisam as ligações B-1,4 da cadeia principal de xilanos. Os xilanos são o principal polissacarídeo da hemicelulose, formando junto com a arabinose os arabinoxilanos, que são os principais constituintes de PNAs de cereais utilizados na alimentação de aves (KNUDSEN, 2014). A unidade de xilanase é definida como a quantidade de enzima necessária para que haja a liberação de 1  $\mu\text{mol}$  de xilose por minuto em pH 5,3 a 50°C.

Os efeitos benéficos da adição de xilanase exógena na dieta de aves são observados sobre a digestibilidade da dieta, o desempenho dos animais, a degradação dos PNAs, viscosidade e até mesmo sobre a saúde intestinal dos animais. Alguns autores relatam como efeitos diretos primeiramente a redução da viscosidade e, secundariamente, a liberação de açúcares (BAREKATAIN et al., 2013).

Esmaeilipour et al. (2012) relataram que a xilanase diminuiu significativamente a viscosidade da digesta e melhorou a digestibilidades aparentes total da matéria seca, proteína bruta e energia em frangos de corte alimentados com dietas à base de trigo, de 1 a 24 dias de idade. Em um estudo anterior com galos, Gao et al. (2007) relataram que a adição de xilanase à dieta à base de trigo aumentou a digestibilidade aparente da gordura total.

Zhang et al. (2014) avaliaram a influência da adição de xilanase em dietas à base trigo e soja para frangos de corte. Observaram que a digestibilidade ileal e a digestibilidade total (realizada através da metodologia de coleta de excretas) da proteína bruta, do amido e dos PNA's solúveis aumentou com a utilização da enzima. Além disso, puderam observar concentrações mais elevadas dos açúcares simples, xilose e arabinose nos segmentos do intestino delgado, bem como melhora no ganho de peso e conversão alimentar em aves que receberam a suplementação enzimática.

Estes resultados sugerem que a suplementação de xilanase em dietas à base de trigo reduz o esqueleto de arabinoxilanos em pequenos fragmentos (principalmente arabinose e xilose) no íleo, jejuno e duodeno, diminuindo a viscosidade da digesta, e aumentando a digestibilidade de nutrientes. Pode também reduzir o aprisionamento (*cage-effect*) sobre nutrientes, principalmente do amido, da proteína e da gordura, aumentando a digestibilidade.

Este melhor aproveitamento de nutrientes em específico refletem também na

melhora do aproveitamento energético da ração. Em estudo conduzido por Massey-O'Neill et al. (2012) foi avaliada a inclusão de 16000 unidades de xilanase por kg de ração em dietas a base de milho e farelo de soja. Foram observados maiores valores de energia digestível ileal e energia metabolizável aparente nas dietas que foram suplementadas, o que refletiu também nos parâmetros de desempenho, com melhor conversão alimentar e maior ganho de peso.

A quebra dos arabinoxilanos em oligossacarídeos menores pela xilanase tem sido relatada em recentes estudos com potencial efeito sobre a saúde intestinal, pois pode liberar prebióticos, como o xilo-oligossacarídeos (XOS). Lei et al (2016) demonstraram in vitro que a ação da xilanase sobre PNAs solúveis foi capaz de liberar XOS, que favoreceram a maior proliferação de *Lactobacillus brevis* e *Bacillus subtilis*. Em ensaios in vivo, os autores relataram melhor desempenho animal, redução da viscosidade da digesta e de lesões no intestino delgado das aves que receberam xilanase.

### 3.2 Beta-Glucanase

Beta-glucanos, são os componentes mais abundantes nos vegetais, as paredes celulares das plantas consistem tipicamente de 35 a 50% de celulose (STICKLEN, 2008). A celulose é um beta-glucano insolúvel em água, consistindo de uma molécula linear de até 15.000 resíduos de D-anidroglicopiranosose ligados por uma ligação  $\beta$ -1,4. Como descrito anteriormente, a celulose é insolúvel, fazendo parte da fração de PNAs insolúveis, sendo que os mesmos possuem menos características de fator antinutricional que os PNAs solúveis.

Beta-glucanos presente em cereais apresentam ligações mistas solúveis, (1,3), (1, 4) - $\beta$ -D-glucanos. As ligações 1,3 quebram a estrutura uniforme da molécula  $\beta$ -D-glucana e as tornam solúvel e flexível. Alimentos como aveia e cevada são ricos em beta-glucanos, onde consiste principalmente de unidades  $\beta$ -1,4 ligadas por ligações  $\beta$ -1, 3 (PLANAS, 2000). Na cevada, em média, 54% do  $\beta$ -glucano total é solúvel, já na aveia 80% (ÅMAN e GRAHAM, 1987). As beta-glucanases capazes de agir sobre as ligações dos beta-glucanos solúveis são a de maior interesse na nutrição de aves.

Dentre as beta-glucanases produzidas pela indústria de nutrição animal, as que possuem atividade  $\beta$ 1,3-1,4, são as que possuem maior afinidade pela quebra das moléculas de glucanos solúveis. Porém, B1,4-glucanases, também são capazes de agir sobre as ligações de mesmo nome, reduzindo a concentração de PNAs solúveis (PALOHEIMO et al., 2011).

A maior parte dos trabalhos disponíveis na literatura avalia a inclusão de beta-glucanase em dietas à base de cevada ou aveia, muito pouco utilizadas em rações comerciais brasileiras (SINDIRAÇÕES, 2017), devido às rações nacionais serem formuladas utilizando com ingredientes de origem vegetal, principalmente milho e farelo de soja. Cowieson et al. (2010) avaliaram a inclusão de 30000 unidades de

glucanase/kg de ração em dietas para frangos de corte, à base de milho e farelo de soja. Encontraram melhor conversão alimentar, melhor digestibilidade da proteína bruta e também da energia bruta, o que refletiu diretamente na maior energia digestível pré-cecal das dietas com inclusão da enzima.

Pode ser observada a redução da viscosidade da dieta e a melhora da taxa de passagem em frangos com maior atividade de beta-glucanase no conteúdo intestinal, como reportado por Sieo et al. (2005).

A inclusão da  $\beta$ -glucanase em dietas à base de cevada melhora o desempenho, pode reduzir o peso do aparelho digestivo em até 13%, que representa 1% do peso total da ave, melhorando o rendimento da carcaça (RIBEIRO et al., 2011). Mathlouthi et al. (2011), também relataram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em aves suplementadas com beta-glucanase. Relatam ainda menor peso relativo do intestino delgado de aves suplementadas quando comparado a aves não suplementadas.

Efeitos sobre a modulação da microbiota são observados com a inclusão de  $\beta$ -glucanase em dietas para frangos de corte, como descrito por Mathlouthi et al. (2002), que mostraram que a adição de xilanase e beta-glucanase diminuiu o número de *E. coli*, mas não o número de lactobacilos no ceco de frangos de corte alimentados com dietas à base de trigo e cevada.

### 3.3 Mannanase

Os  $\beta$ -mananos são um grupo de carboidratos complexos, que permanecem inalterados após tratamentos térmicos como a secagem e tostagem dos grãos de soja (DALE, 1997). Segundo Dierick (1989), polissacarídeos como os  $\beta$ -mananos são estruturas lineares compostas por repetidas ligações  $\beta$ -1-4 manoses, 1-6 galactoses e unidades de glicose unidas a uma cadeia principal  $\beta$ -manana.

Os  $\beta$ -mananos estão principalmente associadas com a casca e a fração de fibras do farelo de soja e são intimamente relacionadas a efeitos antinutricionais devido às suas propriedades de aumentar a viscosidade, causando piora na conversão alimentar das aves (REID, 1985). A concentração de  $\beta$ -mananas no farelo de soja é de aproximadamente 1,3% a 1,7%, considerando também o conteúdo de  $\beta$ -galactomanana, essas concentrações podem se elevar para 1,83 a 2,22% (DIERICK, 1989).

Os efeitos negativos dessas frações são provocados, principalmente, porque eles impedem a ação de enzimas digestivas, aumentam o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal e reduzem a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, produzem excretas pastosas, motivos pelos quais o desempenho animal é afetado drasticamente (SORBARA, 2008). Além disso, o aumento da atividade microbiana promovido pelos PNA's no intestino delgado pode causar a desconjugação dos ácidos biliares, prejudicando o retorno dos mesmos ao fígado,

e subsequente reciclagem junto à bile, resultando em uma redução na digestão das gorduras (SMITS e ANNINSON, 1996).

Endo- $\beta$ -1,4-mananase é a enzima capaz de realizar a hidrólise das ligações  $\beta$ -1,4-manano, levando à despolimerização de mananas, galactomananas e galactoglicomananas. (de VRIES e VISSER, 2001). Sua ação provoca uma diminuição na viscosidade da digesta, aumentando a acessibilidade de outras enzimas. A  $\beta$ -1,4-mananase libera cadeias lineares e ramificadas de mananoligossacarídeo (MOS) de vários comprimentos (KREMICKÝ e BIELY, 1997).

Efeitos da inclusão da enzima sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes têm sido relatados por diversos autores. Em experimentos com frangos de corte utilizando uma dieta a base de milho e farelo de soja, Mcnaughton et al. (1998), observaram que a inclusão da enzima  $\beta$ -mananase melhorou a energia metabolizável e o ganho de peso, refletindo na eficiência alimentar, que aumentou cerca de 3%.

De acordo com Shastak et al. (2015), existem vários mecanismos que podem explicar os efeitos positivos da suplementação de  $\beta$ -mananase sobre o desempenho e a digestibilidade de nutrientes em aves. Os autores propõe que tais mecanismos podem ser agrupados da seguinte forma: efeito na viscosidade do substrato no intestino; libertação de D-manose como fonte de energia; supressão da proliferação de microrganismos nocivos no intestino; efeito sobre a imunidade; e liberação de nutrientes encapsulados no complexo gelatinoso.

#### 4 | PROTEASE

As proteases, também chamadas de peptidases, proteinases ou enzimas proteolíticas, são as enzimas responsáveis pela hidrólise da ligação peptídica. De acordo com a posição de atuação no substrato, podem ser classificadas em endoproteases (quando sua ação ocorre nas ligações peptídicas do interior das moléculas) ou exoproteases (quando clivam aminoácidos terminais). Representam uma família muito ampla de enzimas, com ação em diferentes tipos de oligopeptídeos e locais de catálise da reação (ALMEIDA, 2012).

Os principais efeitos observados no aproveitamento da proteína da ração, são a melhora da digestibilidade da dos aminoácidos, e conseqüentemente da proteína e também da energia da dieta, seja pela ação suplementar das enzimas exógenas às endógenas (JIANG et al., 2008), pela ação sobre fatores antinutricionais proteicos (ex. fatores anti-tripsina da soja) (BARLETTA, 2011), ou pela catálise da reação de proteínas que não são facilmente hidrolisadas no trato gastrointestinal das aves (ex. uso de queratinases em farinha de penas) .

A fim de avaliar o efeito da protease sobre a digestibilidade da proteína da dieta, Freitas et al. (2011) realizaram experimentos com inclusão de protease em dietas

de frangos com redução de proteína e dietas com níveis normais. A suplementação com protease melhorou a conversão alimentar e a digestibilidade da gordura e da proteína bruta ( $p \leq 0,01$ ), independentemente dos níveis de proteína e energia da dieta.

Mahmood et al. (2018), utilizando frangos de corte, avaliaram diferentes proteases, uma ácida, uma neutra e um blend (50:50) ácida e neutra em dietas à base de resíduo de abatedouro de frangos. Foram observados melhor conversão alimentar, digestibilidade da proteína bruta, retenção de nitrogênio e energia metabolizável das dietas suplementadas, quando comparadas as dietas sem suplementação. Observaram também que a mistura de proteases ácidas e neutras tiveram melhor efeito que as proteases ácidas ou neutras suplementadas individualmente.

Lee et al. (2018), realizaram uma meta análise para avaliar o efeito da inclusão de proteases sobre os parâmetros de desempenho e de digestibilidade aparente de aminoácidos em animais monogástricos. O total de 67 trabalhos foi avaliado, permitindo a estimativa de melhoria na taxa de conversão alimentar, de 1%, e maior digestibilidade aparente para a maioria dos aminoácidos, variando de 1,22% (arginina) à 2,64% (cistina).

Os efeitos benéficos da protease exógena podem estar relacionados tanto à maior digestibilidade de proteínas e energia quanto à melhora das características morfológicas do intestino, da dinâmica secretora e absorviva e da resiliência imunológica (COWIESON, 2016).

## 5 | CONCLUSÕES

A utilização de enzimas na nutrição de frangos de corte tornou-se prática comum da indústria, devido a essa prática promover melhor aproveitamento do fósforo e de outros nutrientes dos ingredientes, a possibilidade de utilização de alimentos alternativos ao milho e o farelo de soja na alimentação das aves com maior eficiência, a melhora dos parâmetros produtivos e conseqüentemente nos custos de produção, bem como a diminuição do impacto ambiental da atividade. Além disso, tendo em vista o banimento completo do uso de antibióticos como melhoradores de desempenho, a utilização de enzimas exógenas aparece como uma das possíveis estratégias a ser adotada para modulação da microbiota intestinal, como demonstrado por recentes estudos.

## REFERÊNCIAS

ADEOLA, O.; COWIESON, A. J. **Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production.** Journal of Animal Science, v. 89, p. 3189–3218, 2011.

AMAN, P.; GRAHAM, H. **Analysis of total and insoluble mixed linked fl-(1->3), (1->4), -D-glucans**

**in barley and oats.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.35, p. 704-709, 1987.

BAREKATAIN, M.R.; ANTIPATIS, C.; CHOCT, M.; IJI, P.A. **Interaction between protease and xylanase in broiler chicken diets containing sorghum distillers' dried grains with soluble.** Animal Feed Science and Technology, v. 182, n. 1-4, p. 71-81, 2013.

BARLETTA, A. **Introduction: current market and expected developments,** in: Bedford, M.R. & Partridge, G.G. (Eds) Enzymes in farm animal nutrition, p.1-11, 2011.

BORGES, F. M.O. **Utilização de enzimas em dietas avícolas.** Cadernos técnicos da escola de veterinária da UFMG, n.20, p. 5930, 1997.

CAWLEYL, R. W.; MITCHELL, T. A. **Inhibition of wheat amylase by bran phytic acid.** Journal of the Science of Food and Agriculture, v.19, p.106-108, 1968.

CHERYAN, M. **Phytic acid interactions in food systems.** CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v.13, n.4, p.297-335, 1980.

COWIESON, A.J.; BEDFORD, M.R.; RAVINDRAN, V. **Interactions between xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers.** British Poultry Science, v. 51, n. 2, p. 246-257, 2010.

COWIESON A. J.; LU H.; AJUWON K. M.; KNAP I.; ADEOLA O. **Interactive effects of dietary protein source and exogenous protease on growth performance, immune competence and jejunal health of broiler chickens.** Animal Production Science, v.57, p.252-261, 2016.

DALE, N. **Current status of feed enzymes for swine.** In: HEMICELL, poultry and swine feed enzyme. Gaitherburg: ChemGen,1997. p.56.

DE VRIES R.P.; VISSER J. **Aspergillus enzymes involved in degradation of plant cell wall polysaccharides.** Microbiology and Molecular Biology Reviews, v. 65, n. 4, p. 497-522, 2001.

DIERICK, N.A. **Biotechnology aids to improve feed and feed digestion: enzymes and fermentation.** Archives of Animal Nutrition, Montreux, v.3, p.241-251,1989.

ENGELLEN, A.J.; RANDSDORP, P. H.; SMIT, E. L. **Simple and rapid determination of phytase activity.** Journal of AOAC International, v. 77, n. 3, p. 760-764, 1994.

ESMAEILIPOUR, O.; MORAVEJ, H.; SHIVAZAD, M.; REZAIAN, M.; AMINZADEH, S.; VAN KRIMPEN, M.M. **Effects of diet acidification and xylanase supplementation on performance, nutrient digestibility, duodenal histology and gut microflora of broilers fed wheat based diet.** British poultry science, v.53, p.235-244, 2012.

FREITAS, D.M.; VIEIRA, S.L.; ANGEL, C.R.; FAVERO, A.; MAIORKA, A. **Performance and nutrient utilization of broilers fed diets supplemented with a novel mono component protease.** Journal of Applied Poultry Research, v. 20, pp. 347-352, 2011.

GAO, F.; JIANG, Y.; ZHOU, G.H.; HAN, Z.K. **The effects of xylanase supplementation on growth, digestion, circulating hormone and metabolite levels, immunity and gut microflora in cockerels fed on wheat-based diets.** British poultry science, v.48, p.480-488, 2007.

GAO, C. Q.; JI, C.; ZHAO, L. H.; ZHANG, J. Y.; MA, Q. G. **Phytase transgenic corn in nutrition of laying hens: Residual phytase activity and phytate phosphorus content in the gastrointestinal tract.** Poultry Science, v. 92, p. 2923-2929, 2013.

- JIANG, Z.; ZHOU, Y.; LU, F.; HAN, Z.; WANG, T. **Effects of different levels of supplementary alpha-amylase on digestive enzyme activities and pancreatic amylase mRNA expression of young broilers.** Asian-Australian Journal of Animal Science, v.21, p. 97-102, 2008.
- KNUDSEN, K.E.B. **Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets.** Poultry Science, v. 93, n. 9, p. 2380–2393, 2014.
- KREMNIČKÝ, L.; BIELY, P.  **$\beta$ -Mannanolytic system of *Aureobasidium pullulans*.** Archives of microbiology, v. 167, n. 6, p. 350-355, 1997.
- LEE, S.A.; BEDFORD, M.R.; WALK, C.L. **Meta-analysis: explicit value of mono-component proteases in monogastric diets.** Poultry Science, v.97, p.2078, 2018.
- LEI, Z.; SHAO, Y.; YIN, X.; YIN, D.; GUO, Y.; YUAN, J. **Combination of Xylanase and Debranching Enzymes Specific to Wheat Arabinoxylan Improve the Growth Performance and Gut Health of Broilers.** Journal of agricultural and food chemistry, v. 64, n. 24, p. 4932, 2016.
- LI, W.; ANGEL, R.; KIM, S.W.; BRADY, K.; YU, S.; PLUMSTEAD, P.W. **Impacts of dietary calcium, phytate, and nonphytate phosphorous concentrations in the presence or absence of phytase on inositol hexakisphosphate (IP6) degradation in different segments of broilers digestive tract.** Poultry Science, v. 95, p. 581, 2016.
- LIU, N.; RU, Y. J.; COWIESON, A. J.; LI, F. D.; CHENG, X. C. **Effects of Phytate and Phytase on the Performance and Immune Function of Broilers Fed Nutritionally Marginal Diets.** Poultry Science, v. 87, p.1105 2008.
- LIU N.; RU, Y.; WANG, J.; XU, T. **Effect of dietary sodium phytate and microbial phytase on the lipase activity and lipid metabolism of broiler chickens.** British Journal of Nutrition, v. 103, p. 862, 2010.
- MAHMOOD, T.; MIRZA, M.A.; NAWAZ, H.; SHAHID, M. **Exogenous protease supplementation of poultry by-product meal-based diets for broilers: Effects on growth, carcass characteristics and nutrient digestibility.** Journal of animal physiology and animal nutrition, v. 102, n. 1, p.233, 2018.
- MASEY O'NEILL, H.V.; LIU, N.; WANG, J.P.; DIALLO, A.; HILL, S. **Effect of xylanase on performance and apparent metabolisable energy in starter broilers fed diets containing one maize variety harvested in different regions of china.** Asian Australasian Journal Animal Science, v.25, n. 4, p.515–523, 2012.
- MATHLOUTHI, N.; MALLET, S.; SAULNIER, L.; QUEMENER, B.; LARBIER, M. **Addition of xylanase and betaglucanase addition modifies caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet.** Anim. Res., v.51, p.395-406, 2002.
- MATHLOUTHI, N.; BALLEST, N.; LARBIER M. **Influence of beta-glucanase supplementation on growth performances and digestive organs weights of broiler chickens fed corn, wheat and barley-based diet.** International Journal of Poultry Science, v.10(2), p. 157-159, 2011.
- MCNAUGHTON, J.L.; HSIAO, H.; MADDENN, D.A.; FODGE, D.W. **Corn/soy/fat diets for broilers,  $\beta$ -mannanase and improved feed conversion.** Poultry Science, v. 77, 998.
- PALOHEIMO, M.; PIIRONEN, J.; VEHEMAANPERÄ, J. **Xylanases and Cellulases as Feed Additives.** In: Bedford, M.R.; Partridge, G.G. Enzymes in Farm Animal Nutrition. 2.ed. 2011. Cap.2, p.12-53.
- PLANAS, A. **Bacterial 1,3-1,4-beta-glucanases: structure, function and protein engineering.** Biochim Biophys Acta, v.1543, n. 2, p.361-382, 2000.

- RAVINDRAN, V.; COWIESON, A.J.; SELLE, P.H. **Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization and excreta quality of broiler chickens.** *Poultry Science*, v. 87, p. 677–688, 2008.
- RAVINDRAN, V. **Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities.** *Journal of Applied Poultry Research*, v. 22, p. 628–636, 2013.
- RIBEIRO, T.; LORDELO, M.M.; PONTE, P.I.; MAÇÃS, B.; PRATES, J.A.; AGUIAR FONTES, M.; FALCÃO, L.; FREIRE, J.P.; FERREIRA, L.M.; FONTES, C.M. **Levels of endogenous  $\beta$ -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry.** *Poultry Science*, v.90, n.6, p.1245-56, 2011.
- SANDBERG, A.S.; CARLSSON, N.G.; SVANBERG, U. **Effects of inositol tri-, tetra-, penta-, and hexaphosphates on in vitro estimation of iron availability.** *Journal of Food Science*, Chicago, v.54, n.1, p.159-161, 186, 1989.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, G. **Microbial phytase in poultry nutrition.** *Animal Feed Science and Technology*, v. 135, p. 1-41, 2007.
- SHASTAK, Y.; ADER, P.; FEUERSTEIN, D.; RUEHLE, R.; MATUSCHEK, M.  **$\beta$ -Mannan and mannanase in poultry nutrition.** *World Poultry Science Journal*, v.71, n.1, p.161-174, 2015.
- SIEO, C.C.; ABDULLAH, N.; TAN, W.S.; HO, Y.W. **Influence of beta-glucanase-producing *Lactobacillus* strains on intestinal characteristics and feed passage rate of broiler chickens.** *Poultry Science*, v.84, n. 5, p.734-41, 2005.
- SINDIRAÇÕES. **Boletim Informativo do Setor Alimentação Animal.** Maio/2017. Disponível em: <[http://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2017/05/boletim\\_informativo\\_do\\_setor\\_mai\\_2017\\_vs\\_final\\_port\\_sindiracoes.pdf](http://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2017/05/boletim_informativo_do_setor_mai_2017_vs_final_port_sindiracoes.pdf)>. Acesso em: 07 jun de 2018.
- SMITS, C.H.N.; ANNISON, G. **Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition towards a physiologically valid approach to their determination.** *World's Poultry Science Journal*, v. 52, n.2, p. 203-221, 1996.
- SORBARA, J.O.B. **Carboidrases em programas enzimáticos de rações para frangos de corte.** 2008. 68 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2008.
- STICKLEN, M.B. **Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol.** *Nature Reviews Genetics*, v. 9, n. 6, p. 433, 2008.
- TAVERNARI, F.C.; CARVALHO, T.A.; ASSIS, A.P.; LIMA, H.J.D. **Polissacarídeos não amiláceo solúvel na dieta de suínos e aves.** *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 5, n. 5, p. 673-689, 2008.
- VATS, P.; BANERJEE, U.C. **Production studies and catalytic properties of phytases (myo-inositolhexakisphosphate phosphohydrolases): an overview.** *Enzyme Microbiology Technology*, v.35, p.3-14, 2004.
- ZHANG, L.; XU, J.; LEI, L.; JIANG, Y.; GAO, F.; ZHOU, G.H. **Effects of xylanase supplementation on growth performance, nutrient digestibility and non-starch polysaccharide degradation in different sections of the gastrointestinal tract of broilers fed wheat-based diets.** *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v. 27, n. 6, p. 855, 2014.

## ESTRATÉGIAS DE DESMISTIFICAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE DE COELHO NO PAÍS

**Ana Carolina Kohlrausch Klinger**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Departamento de Zootecnia, Santa Maria – RS

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo demonstrar as potencialidades da carne de coelho e traçar estratégias de desmistificação e industrialização da mesma. Neste sentido, é possível aliar o marketing com a crescente demanda dos consumidores por produtos saudáveis, junto aos fatos de o coelho possuir carne branca, rica em proteínas e da criação poder ser efetuada de forma orgânica. Adaptar-se à praticidade que o consumidor deseja também é uma forma de aumentar o consumo dos produtos cunícolas. Propostas de produtos processados e pré-cozidos, como hambúrgueres, pode ser uma alternativa viável para a cadeia se adaptar às necessidades da vida moderna. Permitir que o cunicultor possa comercializar a carne dos animais também auxiliaria muito na difusão dos produtos, assim como a formação de cooperativas, em que a produção pode ser feita em pequena escala. Introduzir a carne de coelho na merenda escolar seria outra estratégia para difundir a carne de coelho à nova geração de brasileiros. Ainda com a finalidade de fomentar o desenvolvimento da agricultura familiar local, esses cortes poderiam ser adquiridos de cooperativas locais, o que

incentivaria os agricultores a criar coelhos. Conclui-se que a cunicultura no Brasil tem potencial de crescimento. No entanto, a produção familiar com comercialização local é o sistema produtivo que em curto prazo poderia se desenvolver e articular com mais facilidade. A cunicultura industrial também apresenta grande potencial, no entanto em médio e longo prazo, já que, seria necessária maior articulação com os demais elos da cadeia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cunicultura, Produtos cárneos, Tecnologia.

### STRATEGIES FOR DEMISTIFICATION AND INDUSTRIALIZATION OF RABBIT MEAT

**ABSTRACT:** The aim of this work is to demonstrate the potentialities of rabbit meat and the strategies for its industrialization. In this sense, it is possible to use marketing with the growing consumer demand for healthy products, along with the facts that the rabbit has white meat and is rich in proteins and that the breeding can be done in an organic system. Adapting to the practicality that the consumer wants is also a way to increase the consumption of the products. Processed and pre-cooked baked goods, such as burgers, can be a viable alternative for the chain to adapt to the needs of modern life. Allowing the rabbit farmer to market

the meat of the animals would also help greatly in the diffusion of the products, as well as the formation of cooperatives, where production can be done on a small scale. Introducing rabbit meat in school meals would be another strategy to spread rabbit meat to the new generation of Brazilians. In order to further the development of local family farming, these cuts could be purchased from local cooperatives, which would encourage farmers to raise rabbits. It is concluded that rabbit breeding in Brazil has potential for growth. However, family production with local marketing is the productive system that could develop in the short term and articulate more easily. The industrial rabbit also has great potential, however in the medium and long term, since it would require greater articulation with the other links in the chain.

**KEYWORDS:** Cuniculture, Meat products, Technology.

## 1 | INTRODUÇÃO

O consumo de carne está relacionado a padrões de vida, dieta, produção pecuária, preços, à maiores rendimentos e a uma mudança – devido à urbanização – no consumo de alimentos que favorecem o aumento de proteínas de origem animal nas dietas. De acordo com a *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico* (OECD, 2018), o brasileiro consumiu no ano de 2017, mais de 75kg de carne (apenas de aves, bovinos, ovinos e suínos), por habitante.

Neste cenário, é cada vez mais importante contar com as possibilidades de criação racional de animais que possam alcançar altas taxas de reprodução e de produtividade, mesmo em pequena área útil, como o coelho (MACHADO; FERREIRA, 2011). Desta forma, o coelho pode ser considerado animal estratégico, e a cunicultura atividade produtiva sustentável.

No entanto, mesmo apresentando elevada prolificidade e produtividade, carne de altíssima qualidade nutricional, o consumo e a produção da carne de coelho são pouco expressivos no Brasil. Dentre os fatores para o baixo consumo, destacam-se a falta de hábito da população, poucos pontos de distribuição dos produtos, reduzido número de cortes e o desconhecimento das propriedades deste produto (SANTOS, 2010). Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo demonstrar as potencialidades da carne de coelho bem como traçar estratégias de desmistificação e industrialização da mesma.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

A desmistificação das propriedades da carne do coelho, bem como o marketing, não se reduz apenas às campanhas publicitárias de determinado produto ou serviço, carne e pele, por exemplo. Montero, Escribá e Butirago (2015) consideram o marketing como a união da ciência e da técnica, que, seguindo uma metodologia de trabalho e objetivos, tende a vender mais.

A crescente demanda dos consumidores por produtos saudáveis, junto aos fatos de o coelho possuir carne branca e rica em proteínas e de a criação poder ser efetuada de forma orgânica, torna possível pensar no coelho como animal estratégico (MACHADO e FERREIRA, 2011). No entanto, o consumidor precisa receber mais informações sobre os benefícios nutricionais desse produto, o que poderia ser viabilizado através de um trabalho de marketing estratégico, assim como foi incentivado o consumo da carne suína há alguns anos (SORDI et al., 2016).

Adaptar-se à praticidade que o consumidor moderno deseja também é uma forma de aumentar o consumo dos produtos cunícolas. Propostas de produtos como hambúrgueres de coelhos (Figura 1) e coelho pré-pronto (Figura 2) podem ser uma alternativa viável para a cadeia se adaptar às necessidades de consumidores de *fast-food* ou “cozinha-fácil” que hoje representam em torno de um terço da população (MONTERO, ESCRIBÁ e BUTIRAGO, 2015).



Figura 1- Hambúrguer de coelho.

Fonte: MONTERO, ESCRIBÁ e BUTIRAGO (2015).



Figura 2 Coelho pré-pronto.

Fonte: MONTERO, ESCRIBÁ e BUTIRAGO (2015).

Também é necessário salientar que a cultura brasileira vem nas últimas décadas

se afastando da ruralidade e tendo outro olhar (mais limitado) da produção animal. Por isso, não seria inteligente (do ponto de vista de promoção do produto) colocar a foto de coelhos nas embalagens dos produtos cárneos cunícolas. Promover os produtos com slogans como: “produto saudável”, “bom para o coração”, “rico em proteína” e “não contém carboidratos”; seriam mais apropriados para aumentar a venda.

Iniciativas como permitir que o cunicultor possa comercializar a carne dos animais também auxiliaria muito na difusão dos produtos cunícolas. Países como a Espanha entendem a importância da soberania do produtor sobre seu sistema produtivo e estão possibilitando que os cunicultores possam abater até 300 coelhos semanais e comercializar em um raio de até 80km (SÁNCHEZ e CASTELÓ, 2016). Em conferência, José Alejo Alcántara, chefe dos serviços de inspeção veterinária e nutrição, se posicionou sobre essa iniciativa dizendo que “os produtores têm direito de ganhar sua vida dignamente”.

Infelizmente, o Brasil ainda está longe de ceder soberania produtiva aos cunicultores, burocratizando cada vez mais as atividades rurais. Desse modo, uma das alternativas seria a formação de cooperativas, em que a produção poderia ser feita em pequena escala. Existem máquinas capazes de auxiliar os produtores nos processos mais trabalhosos, como a retirada da pele (Figura 3).



Figura 3 - Extratora de peles da marca MEVIRSA.

Também são válidas estratégias governamentais que viabilizem implantações da cunicultura como forma de reduzir a pobreza e a desnutrição e, ainda, de promover o desenvolvimento da cunicultura sustentável. Essas iniciativas já foram testadas em diversos países como cita Khalil (2010) no seu trabalho:

Na Arábia Saudita, um projeto nacional de produção de coelhos foi estabelecido para detectar as possibilidades de produzir coelhos de carne sob condições industrializadas e quentes. [...] Foram dadas especial ênfase à construção de um programa de melhoramento genético para desenvolver novas linhas de coelhos de carne convenientes para este país quente em desenvolvimento. [...]

Na Argélia, uma tentativa de introduzir variedades selecionadas e desenvolver a produção de carne de coelho na década de 80 falhou por causa de muitos fatores, entre os quais a falta de conhecimento do animal, a ausência de um alimento industrial adaptado, a ausência de programa profilático. Posteriormente, a estratégia de desenvolvimento desta espécie foi baseada em o uso e atualização de populações locais. [...] Assim, desde 1990, a Institut Technique de l'Elevage (ITELV) e alguns universidades, especialmente a de Tizi Ouzou, criaram programas de caracterização destes populações e controle de suas performances produtivas. Eles destacaram os defeitos destas populações, nomeadamente a sua prolificidade demasiado fraca e o seu baixo peso adulto, mas também suas qualidades, ou seja, uma boa adaptação às condições climáticas locais. (KHALIL, 2010).

Introduzir a carne de coelho na merenda escolar seria uma excelente estratégia para difundir para à nova geração de brasileiros o “gosto” pela carne de coelho. Nesse viés, mensalmente (ou semanalmente) poderiam ser oferecidos às crianças pratos contendo carne de coelho. Esses pratos também poderiam ser oferecidos mais frequentemente às crianças alérgicas a outras fontes proteicas. Ainda com a finalidade de fomentar o desenvolvimento da agricultura familiar local, esses cortes poderiam ser adquiridos de cooperativas locais, o que incentivaria os agricultores a criar coelhos (já que não dependeriam dos frigoríficos para comercializarem seus produtos). Projetos como o Pró-frango e o Pró-peixe desenvolvidos pela Emater para o fortalecimento da agricultura familiar e diversificação de renda também poderiam se estender à cunicultura. Assim, o escoamento da produção seria garantido, a assessoria técnica seria constante e os entraves para a comercialização se minimizariam.

### 3 | CONCLUSÃO

A cunicultura no Brasil tem potencial de crescimento. No entanto, a produção familiar com comercialização local é o sistema produtivo que em curto prazo poderia se desenvolver e articular com mais facilidade. A cunicultura industrial também apresenta grande potencial, no entanto em médio e longo prazo, já que, seria necessária maior articulação com os demais elos da cadeia.

### REFERÊNCIAS

KHALIL, M. H. **Sustainable rabbit breeding and genetic improvement programs achieved in developing countries**. In: 9<sup>TH</sup> WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 2010, Leipzig, Alemanha. **Anais...** Leipzig, DE: 2010.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE. Meat consumption. 2018. Disponível em: <<https://data.oecd.org/agrooutput/meat-consumption.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2019.

MACHADO, L. C.; FERREIRA, W. M. **A Cunicultura e o Desenvolvimento Sustentável**. Associação Científica Brasileira de Cunicultura, 2011. Disponível em: <<http://acbc.org.br/site/index.php/notas-tecnicas/a-cunicultura-e-o-desenvolvimento-sustentavel>> Acesso em: 20 abr. 2019.

MONTERO, L.; ESCRIBÁ, C.; BUTIRAGO, J. M. El marketing como propuesta para incrementar el consumo de carne de conejo (III). **Boletín de Cunicultura**, v. 174, p. 34-42, 2015.

SÁNCHEZ, D.; CASTELLÓ, F. **Sacrificio de conejos en la propia explotación y venta directa:** “Nadie he solicitado sacrificar más de 300 conejos por semana”. Disponível em: <<http://cunicultura.com/2015/09/preguntas-frecuentes-sobre-el-sacrificio-de-conejos-en-la-propia-explotacion-y-venta-directa>> Acesso em: 20 abr. 2019.

SANTOS, F. B. Cunicultura: análise de viabilidade de gerar uma empresa voltada para criação de 500 coelhos por mês em Feira de Santana, Bahia. 2010. 93p. Monografia (Bacharel em Administração). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

SORDI, V. F. et al. Estratégia de diversificação em propriedades rurais: o caso da cunicultura. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, PB, v. 18, n. 3, p. 325-333, 2016.

## PEPTÍDEOS BIOATIVOS NO DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS E BIODEGRADÁVEIS PARA ALIMENTOS

### **Josemar Gonçalves Oliveira Filho**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, Araraquara, São Paulo.

### **Heloisa Alves de Figueiredo Sousa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Campus Planaltina, Brasília, DF.

### **Edilsa Rosa da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília, Campus Planaltina, Brasília, DF.

### **Mariana Buranelo Egea**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, Goiás.

proteínas para liberação de peptídeos bioativos e a aplicação desses biocompostos em filmes ativos e biodegradáveis para alimentos. Neste capítulo, a hidrólise enzimática é apresentada como um bioprocessamento adequado para obtenção de peptídeos bioativos, e suas características antioxidantes e antimicrobianas desses compostos são discutidas. Por fim, as embalagens biodegradáveis e ativas são conceituadas e o estado da arte da aplicação de hidrolisados proteicos em filmes biodegradáveis para alimentos é apresentado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Embalagens ativas, Biocompostos, Enzimas

### BIOACTIVE PEPTIDES IN DEVELOP ACTIVE AND BIODEGRADABLE FILMS FOR FOOD

**ABSTRACT:** Packaging of food derived from petroleum represents a serious environmental problem, finding alternative sustainable solutions is a current need. Biodegradable and active packaging is a promising alternative technology that involves impregnating biopolymer film material with an additive that is released consistently for a period stipulated to prevent spoilage of food. The additive can be based on natural products, making it a promising green technology for the food industry. The objective of this chapter was to review the potential of the

**RESUMO:** As embalagens de alimentos derivadas de petróleo representam um sério problema ambiental, e encontrar soluções sustentáveis que sejam alternativas é uma necessidade atual. Embalagens biodegradáveis e ativas são uma tecnologia que envolve a impregnação de material de filme biopolimérico com um aditivo que é liberado durante um período estipulado para evitar a deterioração dos alimentos. O aditivo pode ser baseado em produtos naturais, tornando-se uma tecnologia verde promissora para a indústria alimentícia. O objetivo deste capítulo foi revisar o potencial da hidrólise enzimática de

enzymatic hydrolysis of proteins for the release of bioactive peptides and the application of these biocompounds in active and biodegradable films for food. In this chapter, enzymatic hydrolysis is presented as a suitable bioprocess for obtaining bioactive peptides, and the antioxidant and antimicrobial characteristics of such compounds are discussed. Finally, biodegradable and active packaging is conceptualized and the state of the art of applying protein hydrolysates in biodegradable food films is presented.

**KEYWORDS:** Active packaging, Biocomposites, Enzymes.

## 1 | INTRODUÇÃO

As proteínas, além de apresentarem propriedades nutricionais, tecnológicas e funcionais, podem apresentar propriedades antimicrobianas, antioxidante, antihipertensivas, imunomoduladoras e outras, associada a peptídeos bioativos que são somente liberados após o processo de hidrólise proteica (CORRÊA et al., 2011). Os peptídeos bioativos foram definidos como fragmentos específicos de proteínas que têm um impacto positivo nas funções ou condições do corpo e podem influenciar a saúde (SHAHIDI; ZHONG, 2008).

Os peptídeos bioativos são inativos enquanto criptografados na sequência nativa da proteína, mas podem ser liberados por (a) hidrólise por enzimas digestivas, (b) micro-organismos proteolíticos e/ou (c) ação de proteases vegetais, animais ou microbianas (BRANDELLI et al., 2017). Entretanto, a forma mais utilizada para obtenção de peptídeos bioativos in vitro é através da hidrólise enzimática de moléculas de proteína (OPHEIM et al., 2015).

Neste bioprocesso, os fatores que mais afetam as propriedades bioativas dos peptídeos gerados são a fonte inicial de proteína, as condições operacionais empregadas no processamento de isolados proteicos, o tipo de protease e o grau de hidrólise (Agyei et al., 2016). Atualmente já foram identificados peptídeos bioativos a partir de hidrolisados de inúmeras proteínas de origem alimentar, especialmente derivadas do leite. No entanto, proteínas que exibem essas atividades biológicas podem também ser encontradas em ovos, na carne e em peixes, bem como em diferentes fontes vegetais de proteínas, como soja, trigo, entre outras (AGYEI, APOSTOLOPOULOS; DANQUAH, 2011).

Uma oportunidade inovadora para explorar o potencial dos peptídeos bioativos é o desenvolvimento de filmes ativos e biodegradáveis para alimentos a fim de garantir a segurança e qualidade desses produtos (PEREZ-ESPITIA et al., 2012). Os biopolímeros têm sido amplamente investigados nas últimas duas décadas, podendo ser uma solução viável para a eliminação de resíduos de materiais de embalagem plásticos de alimentos. Além disso, os filmes biopoliméricos são excelentes veículos para incorporar grande variedade de aditivos, como antioxidantes, agentes antimicrobianos e nutrientes, e esses materiais biodegradáveis podem melhorar a qualidade dos alimentos e prolongar a vida útil, minimizando a deterioração

(ABDOLLAHI et al., 2012)

Neste capítulo, a hidrólise enzimática é apresentada como um bioprocesso adequado para obtenção de peptídeos bioativos, e as características antioxidantes e antimicrobianas desses compostos são discutidas. Por fim, as embalagens biodegradáveis e ativas são conceituadas e o estado da arte da aplicação de hidrolisados proteicos em filmes biodegradáveis para alimentos é apresentado.

## 2 | HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE PROTEÍNAS ALIMENTARES

Entre os processos utilizados para agregar valor aos produtos e resíduos com elevado teor de proteínas, a hidrólise pode ser considerada como uma técnica promissora. Este método consiste na clivagem de moléculas de proteína em peptídeos de vários tamanhos e composições de aminoácidos diferentes, podendo ser realizada por ácidos, bases ou enzimas. No entanto, o uso de enzimas permite um controle melhor e mais eficiente sobre o processo de hidrólise de proteínas (KRISTINSSON; RASCO, 2000; TONON et al., 2016).

Durante a hidrólise, as proteínas geralmente tornam-se mais solúveis, devido à clivagem das ligações peptídicas entre os aminoácidos, gerando peptídeos com um tamanho molecular menor e com mais grupos amino e carboxilo ionizáveis, que provavelmente contribuem para a solubilidade. Além disso, durante a hidrólise enzimática propriedades físico-químicas como  $pI$ ,  $pK_a$  e momento hidrofóbico também são afetadas (AGYEI et al., 2016) thereby influencing health positively. These peptides have attracted high research and consumer interests due to their huge potential of use in functional foods and other dietary interventions of disease control and health promotion. However, successful product development is limited by the fact that current manufacturing processes are either difficult to scale up, high in cost, or have the potential to affect the structure-activity properties of these peptides. To overcome these challenges, we have proposed in this review, the use of an integrated ‘-omics’ approach comprising in silico analysis and ‘-omics’ techniques (such as peptidomics.

O processo de hidrólise enzimática é realizado pela atividade de enzimas em determinadas temperaturas em um intervalo de tempo definido. Muitos fatores influenciam as propriedades e os constituintes do hidrolisado final, como por exemplo, composição e variação de matérias-primas, especificidade, tempo de reação, atividade e concentração de enzimas endógenas, pH e temperatura (OPHEIM et al., 2015). O tipo de enzima utilizada na hidrólise enzimática de proteínas é muito importante porque dita os padrões de clivagem das ligações peptídicas (SHAHIDI; ZHONG, 2008). Muitas proteases de origem animal, vegetal e microbiana podem ser usadas para a geração de peptídeos bioativos a partir de proteínas (NAJAFIAN; BABJI, 2012).

A fim de aumentar a eficiência da hidrólise, além de fazer a escolha correta da

enzima, também é possível aumentar a eficiência da própria enzima ou aumentar a sua sensibilidade ao substrato por desnaturação (TAVANO, 2013). A desnaturação implica no desdobramento da molécula de proteína e a exposição dos locais de ligação. As mudanças nas condições, como temperatura, pressão, pH, sal ou concentração de solvente podem provocar a desnaturação de proteínas, mas a desestabilização de proteínas nativas por altas temperaturas é a ferramenta favorita para desnaturar moléculas de proteína (FRANKS, HATLEY; FRIEDMAN, 1988; TEDFORD et al., 1998).

Segundo Tavano (2013), o tratamento térmico pode alterar a acessibilidade do substrato para hidrólise, melhorando a velocidade de proteólise e também pode alterar o perfil de hidrolisados. As proteínas da carne de peito de frango tratadas termicamente apresentaram diferentes frações proteicas após hidrólise com Alcalase® (CUI et al., 2009).

### 3 | PEPTÍDEOS ANTIMICROBIANOS

Os peptídeos antimicrobianos (PAMs) são geralmente definidos como peptídeos com peso molecular menor do que 100 kDa, de caráter básico devido à presença de aminoácidos carregados positivamente, tais como lisina e arginina, juntamente com uma porção substancial dos resíduos hidrofóbicos. As propriedades estruturais e físico-químicas dos PAMs desempenham um papel essencial na determinação da sua especificidade para as células alvo (PUSHPANATHAN et al., 2013).

Curiosamente, muitos PAMs mostram bioatividades adicionais tais como atividades antioxidantes, imunomoduladoras e atividade de cicatrização de feridas. Estas propriedades dos PAMs os tornam melhores alternativas para antibióticos convencionais que têm registrado muita resistência entre bactérias patogênicas (DALIRI et al., 2017).

Os PAMs podem agir contra uma ampla variedade de microrganismos patogênicos, tais como bactérias, fungos e vírus (TREFFERS et al., 2005). O mecanismo de ação dos PAMs geralmente envolve mudanças nas membranas biológicas. Inicialmente, ocorre atração eletrostática entre as moléculas de peptídeos, geralmente carregadas positivamente, e os lipídeos aniônicos encontrados na superfície da membrana plasmática microbiana. Em seguida, devido à estrutura anfipática destes peptídeos, a interação entre os peptídeos e a superfície da membrana ocorre, com posterior degradação estrutural da membrana plasmática através da formação de canais de íons ou por produção de poros transmembranares. Este processo provoca um desequilíbrio de conteúdos celulares, desregulando desse modo o processo de replicação, transcrição e tradução da sequência de DNA através da ligação a alvos intracelulares específicas, evitando a multiplicação e o crescimento das células microbianas (NAGHMOUCHI et al., 2007; ZHAO et al.,

2012).

A maioria dos PAMs que geram benefícios à saúde são sintetizados pelas células do próprio organismo e outros são produzidos a partir da hidrólise de proteínas alimentares *in vitro* por proteases de diferentes origens (animais, plantas e microrganismos) ou *in vivo* por enzimas proteolíticas no trato gastrointestinal (BIZIULEVIČIUS et al., 2006, FRANCO, 2011).

A hidrólise das proteínas *Scorpaena notata* com uma protease neutra de *Trichoderma harzianum* liberou peptídeos com atividades antibacterianas notáveis. O peptídeo FPIGMGHGSRPA foi isolado do hidrolisado e os autores verificaram que ele inibe *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Listeria innocua*, *Salmonella* sp. e *E. coli* (TANG et al., 2017). Em outro estudo, o peptídeo CgPep33 isolado a partir do hidrolisados de ostra do Pacífico (*Crassostrea gigas*) apresentou elevada atividade inibitória contra *Botrytis cinerea*, agente etiológico do mofo cinzento em morangos. Estes resultados sugerem que esse peptídeo deve fornecer uma alternativa aos fungicidas para o controle de doenças pós-colheita (LIU et al., 2007).

#### 4 | PEPTÍDEOS ANTIOXIDANTES

A oxidação de lipídios mediada por radicais livres, o estresse oxidativo e os antioxidantes são amplamente discutidos em muitas áreas de pesquisa atuais. A geração descontrolada de radicais livres que atacam lipídios da membrana, proteínas e moléculas de DNA esta envolvida em muitos transtornos de saúde como Diabetes mellitus, câncer, doenças neurodegenerativas e inflamatórias. Além disso, a deterioração de alguns alimentos foi relacionada a oxidação de lipídios e pela formação de produtos secundários de peroxidação lipídica (SILA; BOUGATEF, 2016).

Os antioxidantes são utilizados para atrasar, controlar ou inibir a oxidação e a deterioração da qualidade dos alimentos (SHAHIDI, 2015). Os antioxidantes sintéticos tais como hidroxianisol butilado (BHA), hidroxitolueno butilado (BHT), galato de propilo (PG) e terc-butilhidroquinona (TBHQ) foram utilizados como antioxidantes primários para estabilizar os radicais livres e controlar a oxidação e o desenvolvimento de sabor desagradável. No entanto, um interesse mais recente se concentrou no estudo de antioxidantes naturais devido à toxicidade e aos efeitos cancerígenos de alguns antioxidantes sintéticos (SHAHIDI, 2015, WANG, ZHAO; WANG, 2013). Portanto, nos últimos anos, há um grande interesse em encontrar novos compostos antioxidantes seguros e de fontes naturais para seu uso em alimentos e fármacos para substituir os antioxidantes sintéticos (SILA; BOUGATEF, 2016).

Nas últimas décadas, vários estudos relataram que os hidrolisados de proteínas de diferentes fontes alimentares, além de suas propriedades nutricionais, exibiram várias funções biológicas, incluindo antioxidantes (VAŠTAG et al., 2011; SAIDI et al., 2011; ZAREI et al., 2012; VIEIRA et al., 2017).

A digestão enzimática é o método mais eficiente e confiável para produzir

peptídeos com atividade antioxidante. Uma ampla variedade de peptídeos antioxidantes e misturas de peptídeos foram obtidas a partir da hidrólise enzimática de proteínas de soja, milho, batata, amendoim, leite, soro de leite, ovo e proteínas de carne. A ação antioxidante dos hidrolisados proteicos depende da fonte das proteínas, do pré-tratamento do substrato proteico, do tipo de proteases utilizadas e das condições de hidrólise aplicadas. As enzimas puras e brutas podem ser usadas para produzir peptídeos antioxidantes. No entanto, para reduzir o custo de produção, preferem-se as misturas de enzimas brutas (ZAREI et al., 2012).

Segundo Liu e colaboradores (2016), a maioria dos peptídeos antioxidantes possui entre 4 e 16 aminoácidos, com massa molecular de cerca de 400-2000 Da. O peso molecular afeta as rotas usadas para alcançar os locais alvo e a capacidade de sofrer digestão adicional por enzimas gastrointestinais que poderiam aumentar a capacidade antioxidante *in vivo* (LI et al., 2004).

O tipo de aminoácido desempenha um papel importante na determinação da atividade antioxidante dos peptídeos. A este respeito, os aminoácidos aromáticos como Tyr, His, Trp e Phe podem doar prótons contribuindo para as propriedades de eliminação de radicais. Por outro lado, os aminoácidos hidrofóbicos foram descritos como relevantes por aumentar a presença de peptídeos na interface água-lipídio e, em seguida, acessar os radicais livres de eliminação da fase lipídica. Finalmente, os aminoácidos carregados utilizam grupos carbonilo e amino da cadeia lateral como quelantes de íons metálicos (TOLDRÁ et al., 2017).

## 5 | FILMES BIODEGRADÁVEIS E ATIVOS PARA ALIMENTOS

As contaminações associadas à embalagem de alimentos e as preocupações crescentes atuais relacionadas ao impacto ambiental negativo dos materiais de embalagem derivados do petróleo geraram um interesse significativo da indústria em materiais de fontes naturais e biodegradáveis (MEDINA-JARAMILLO et al., 2017).

Os filmes biodegradáveis são camadas finas de materiais biológicos, que uma vez formados podem ser colocados em - ou entre - os componentes de alimentos. Os materiais mais comuns para a formulação de filmes biodegradáveis são polissacarídeos, proteínas e lipídios, e a combinação destes permite produzir misturas com características melhoradas (FABRA et al., 2009).

A demanda atual dos consumidores por produtos alimentícios com maior vida de prateleira torna necessário o desenvolvimento de materiais de embalagem que também sejam funcionais, como embalagens com compostos ativos que podem melhorar a qualidade dos produtos, contribuindo ainda mais para o valor nutricional do alimento. Neste sentido, vários pesquisadores investigaram o uso de antioxidantes (SHOJAEI-ALIABADI et al., 2013; SIRIPATRAWAN; HARTE, 2010), ou agentes antimicrobianos em matrizes poliméricas (PIRES et al., 2008; SIVAROUBAN et al.,

2008; SANTIAGO-SILVA et al., 2009), obtendo a chamada “embalagem ativa”.

Embalagens ativas são atualmente uma das tecnologias mais dinâmicas usadas para preservar a qualidade dos alimentos através da liberação de agentes ativos por uma embalagem. A liberação de agentes ativos pode ser controlada por um longo período de tempo para manter ou aumentar a qualidade e vida de prateleira de produtos, sem a necessidade de adição direta de quaisquer substâncias ao alimento (AHMED et al., 2017).

Estudos recentes têm relatado a incorporação de peptídeos como ingredientes ativos diretamente em materiais biopoliméricos, especialmente as bacteriocinas, como a nisina, que são peptídeos antimicrobianos produzidos por algumas bactérias (PEREZ ESPITIA et al., 2012). Polímeros como acetato de celulose, alginato, quitosana e proteína de soja, entre outros, tem sido amplamente utilizados para desenvolver filmes com incorporação direta destes antimicrobianos (MARCOS et al., 2008; PIRES et al., 2008; SIVAROUBAN et al., 2008; SANTIAGO-SILVA et al., 2009).

## **6 | APLICAÇÃO DE HIDROLISADOS PROTEICOS COMO AGENTES BIOATIVOS EM FILMES BIODEGRADÁVEIS E ATIVOS**

Pesquisas tem se concentrado em disponibilizar peptídeos bioativos como agentes ativos em embalagens ativas de alimentos. A adição desses compostos pode conferir atividade antioxidante e antimicrobiana aos filmes e ter um efeito positivo ou negativo nas várias propriedades do sistema (como óptica, tração, etc.) (ROSTAMI et al., 2017; OLIVEIRA FILHO et al. 2019; SALGADO et al., 2011; GIMÉNEZ et al. 2009).

Rostami, Motamedzadegan, Hosseini, Rezaei e Kamali (2017) observaram que a adição de hidrolisado protéico de carpa prata em filmes de gelatina de peixe aumentou a atividade antioxidante medida pelos métodos DPPH e ABTS, e a potência antioxidante redutora de ferro (FRAP), o alongamento na ruptura, a diferença de cor, a permeabilidade ao vapor de água e opacidade, enquanto a resistência à tração, módulo de elasticidade e ângulo de contato diminuíram acentuadamente ( $p < 0,05$ ). Filmes preparados com 20% de hidrolisado apresentaram menor temperatura de transição vítrea e estrutura mais homogênea, em comparação com o filme de controle. Além disso, a espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) confirmou o aumento de grupos livres de hidrolisados e menor interação entre cadeias de filmes incorporados ao maior teor de hidrolisado. Assim, os resultados indicaram que o hidrolisado potencializou as atividades antioxidantes e afetou algumas características devido à menor interação com a gelatina.

Em outro estudo, Oliveira Filho et al. (2019), demonstraram que a adição do hidrolisado proteico de subproduto do algodão em filmes de alginato aumentou as propriedades de barreira contra a luz visível, e a cor do filme tornou-se mais escura,

avermelhada e amarelada. O conteúdo fenólico total e a atividade antioxidante (testados pelos métodos DPPH, FRAP e ABTS) também aumentaram. Os filmes com hidrolisado mostraram efeito inibitório sobre *Staphylococcus aureus*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Rhizopus oligosporus* mas não contra *Escherichia coli*. Em testes de migração em meio aquoso, os filmes ativos liberaram mais de 60% de seus peptídeos em 30 min. Entretanto, houve uma difusão controlada e gradual dos compostos incorporados no simulador de alimentos gordurosos. Os resultados mostraram que os filmes de alginato com hidrolisado proteico de subproduto do algodão apresentam potencial para aplicação como embalagem ativa para preservação de alimentos gordurosos.

A adição de hidrolisados de plasma bovino também melhorou as propriedades antioxidantes de filmes à base de proteínas de soja e girassol (SALGADO et al., 2011). Giménez et al. (2009) demonstraram que a incorporação de porcentagens crescentes de hidrolisados de gelatina em filmes de gelatina de pele de lula aumentou a atividade antioxidante dos filmes, medida pela capacidade de redução de ferro (método FRAP) e a capacidade de eliminação do ABTS radical.

Filmes compósitos de quitosana e hidrolisado proteico de colza com 12% de grau de hidrólise apresentaram melhor atividade antibacteriana contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis* comparados com o filme de quitosana. Este estudo criou a possibilidade para a aplicação prática de filme composto de quitosana e hidrolisado proteico de colza em embalagens antimicrobianas de alimentos (ZHANG et al., 2019).

## 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hidrólise enzimática mostrou-se como uma técnica eficiente para obtenção de peptídeos com atividade antioxidante e antimicrobiana que apresentam potencial para aplicações na área de alimentos. Os hidrolisados proteicos representam um ingrediente interessante para embalagens biodegradáveis de alimentos, principalmente devido à sua origem natural e propriedades funcionais (antioxidantes/ antimicrobianas), fornecendo materiais ativos visando prolongar o prazo de validade e agregar valor ao produto. No entanto, a sua inclusão em filmes comestíveis/ biodegradáveis para embalagem de alimentos pode causar algum impacto positivo ou negativo nas várias propriedades do sistema (como óptica, tração, etc.) e, por sua vez, afetar a aceitabilidade do consumidor. Apesar dos resultados promissores, pesquisas utilizando sistemas alimentares, são necessárias para confirmar o efeito desses materiais nas propriedades físico-químicas e sensoriais dos alimentos.

## REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHI, M.; REZAEI, M.; FARZI, G. A novel active bionanocomposite film incorporating rosemary essential oil and nanoclay into chitosan. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 343-350, 2012.
- AGYEI, D.; DANQUAH, M. K. (2012). Rethinking food-derived bioactive peptides for antimicrobial and immunomodulatory activities. **Trends in Food Science & Technology**, v. 23, p. 62-69, 2012.
- AGYEI, D., ONGKUDON, C. M., WEI, C. Y., CHAN, A. S., DANQUAH, M. K. Bioprocess challenges to the isolation and purification of bioactive peptides. **Food and bioproducts processing**, v. 98, p. 244-256, 2016.
- AMBIGAIPALAN, P., AL-KHALIFA, A. S., SHAHIDI, F. (2015). Antioxidant and angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activities of date seed protein hydrolysates prepared using Alcalase, Flavourzyme and Thermolysin. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 1125-1137, 2015.
- BIZIULEVIČIUS, G. A.; KISLUKHINA, O. V.; KAZLAUSKAITĖ, J., ŽUKAITĖ, V. Food-protein enzymatic hydrolysates possess both antimicrobial and immunostimulatory activities: a 'cause and effect' theory of bifunctionality. **FEMS Immunology & Medical Microbiology**, v. 46, p. 131-138, 2005.
- BRANDELLI, A.; DAROIT, D. J.; CORRÊA, A. P. F. Whey as a source of peptides with remarkable biological activities. **Food Research International**, v. 73, p. 149-161, 2015.
- CUI, C., ZHOU, X., ZHAO, M., YANG, B. Effect of thermal treatment on the enzymatic hydrolysis of chicken proteins. **Innovative food science & emerging technologies**, v. 10, n. 1, p. 37-41, 2009.
- DALIRI, E. B. M., OH, D. H., LEE, B. H. Bioactive Peptides. **Foods**, n. 6(5), p. 32, 2017.
- DEI PIU, L., TASSONI, A., SERRAZANETTI, D. I., FERRI, M., BABINI, E., TAGLIAZUCCHI, D., GIANOTTI, A. Exploitation of starch industry liquid by-product to produce bioactive peptides from rice hydrolyzed proteins. **Food chemistry**, v. 155, p. 199-206, 2014.
- SANTOS, A. C. P., DE FÁTIMA FERREIRA SOARES, N., DE ANDRADE, N. J., DA SILVA, L. H. M., CAMILLOTO, G. P., BERNARDES, P. C. Development and evaluation of active packaging for sliced mozzarella preservation. **Packaging Technology and Science: An International Journal**, v. 21, n. 7, p. 375-383, 2008.
- ESTEVE C.; MARINA M. L.; GARCÍA M. C. Novel strategy for the revalorization of olive (*Olea europaea*) residues based on the extraction of bioactive peptides. **Food chemistry**, v. 167, p. 272-280, 2015.
- FABRA, M. J., JIMÉNEZ, A., ATARÉS, L., TALENS, P., CHIRALT, A. (2009). Effect of fatty acids and beeswax addition on properties of sodium caseinate dispersions and films. **Biomacromolecules**, v. 10, n. 6, p. 1500-1507, 2009.
- FAN, S., HU, Y., LI, C., LIU, Y. Effect of fatty acids and beeswax addition on properties of sodium caseinate dispersions and films. **Biomacromolecules**, v. 10, n. 6, p. 1500-1507, 2009.
- FRANCO, O. L. Peptide promiscuity: an evolutionary concept for plant defense. **FEBS letters**, v. 585, n. 7, p. 995-1000, 2011.
- FRANKS, F., HATLEY, R. H. M., FRIEDMAN, H. L. The thermodynamics of protein stability: cold destabilization as a general phenomenon. **Biophysical chemistry**, v. 31, n. 3, p. 307-315, 1988.
- GARCÍA, M. C., ENDERMANN, J., GONZALEZ-GARCIA, E., MARINA, M. L. HPLC-Q-TOF-MS identification of antioxidant and antihypertensive peptides recovered from cherry (*Prunus cerasus* L.) subproducts. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 63, n. 5, p. 1514-1520, 2015.

- GIMÉNEZ, B., GÓMEZ-ESTACA, J., ALEMÁN, A., GÓMEZ-GUILLÉN, M. C., MONTERO, M. P. Improvement of the antioxidant properties of squid skin gelatin films by the addition of hydrolysates from squid gelatin. **Food hydrocolloids**, v. 23, n. 5, p. 1322-1327, 2009.
- GONZALEZ-GARCIA, E., MARINA, M. L., GARCÍA, M. C. Plum (*Prunus Domestica L.*) by-product as a new and cheap source of bioactive peptides: Extraction method and peptides characterization. **Journal of functional foods**, v. 11, p. 428-437, 2014.
- HARNEDY, P. A., FITZGERALD, R. J. (2012). Bioactive peptides from marine processing waste and shellfish: A review. **Journal of functional foods**, v. 4, n. 1, p. 6-24, 2012.
- KAMALI ALAMDARI, E., EHSANI, M. R. (2017). Antimicrobial peptides derived from milk: A review. **Journal of Food Biosciences and Technology**, v. 7, n. 1, p. 49-56, 2017.
- LEMES, A. C., SALA, L., ORES, J. D. C., BRAGA, A. R. C., EGEEA, M. B., FERNANDES, K. F. (2016). A review of the latest advances in encrypted bioactive peptides from protein-rich waste. **International journal of molecular sciences**, v. 17, n. 6, p. 950, 2016.
- LIU, Z., ZENG, M., DONG, S., XU, J., SONG, H., ZHAO, Y. Effect of an antifungal peptide from oyster enzymatic hydrolysates for control of gray mold (*Botrytis cinerea*) on harvested strawberries. **Postharvest biology and technology**, v. 46, n. 1, p. 95-98, 2007.
- MARCOS, B., AYMERICH, T., MONFORT, J. M., GARRIGA, M. High-pressure processing and antimicrobial biodegradable packaging to control *Listeria monocytogenes* during storage of cooked ham. **Food Microbiology**, v. 25, n. 1, p. 177-182, 2008.
- MEDINA-JARAMILLO, C., OCHOA-YEPES, O., BERNAL, C., FAMÁ, L. Active and smart biodegradable packaging based on starch and natural extracts. **Carbohydrate polymers**, v. 176, p. 187-194, 2017.
- NAGHMOUCHI, K., DRIDER, D., FLISS, I. Action of divergicin M35, a class IIa bacteriocin, on liposomes and *Listeria*. **Journal of applied microbiology**, v. 102, n. 6, p. 1508-1517, 2007.
- NAJAFIAN, L.; BABJI, A. S. (2012). A review of fish-derived antioxidant and antimicrobial peptides: their production, assessment, and applications. **Peptides**, v. 33, n. 1, p. 178-185, 2012.
- OLIVEIRA FILHO, J. G., RODRIGUES, J. M., VALADARES, A. C. F., DE ALMEIDA, A. B., DE LIMA, T. M., TAKEUCHI, K. P., ... EGEEA, M. B. Active food packaging: Alginate films with cottonseed protein hydrolysates. **Food hydrocolloids**, 2019.
- OPHEIM, M., ŠLIŽYTĖ, R., STERTEN, H., PROVAN, F., LARSSSEN, E., KJOS, N. P. (2015). Hydrolysis of Atlantic salmon (*Salmo salar*) rest raw materials—Effect of raw material and processing on composition, nutritional value, and potential bioactive peptides in the hydrolysates. **Process Biochemistry**, v. 50, n. 8, p. 1247-1257, 2015.
- PEREZ ESPITIA, P. J., DE FÁTIMA FERREIRA SOARES, N., DOS REIS COIMBRA, J. S., DE ANDRADE, N. J., SOUZA CRUZ, R., MEDEIROS, A., ANTONIO, E. Bioactive peptides: synthesis, properties, and applications in the packaging and preservation of food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 11, n. 2, p. 187-204, 2012.
- PIMENTA A. M. C. DE LIMA M. E. Small peptides, big world: biotechnological potential in neglected bioactive peptides from arthropod venoms. **Journal of peptide science: an official publication of the European Peptide Society**, v. 11, n. 11, p. 670-676, 2005.
- PUSHPANATHAN, M., GUNASEKARAN, P., RAJENDHRAN, J. Antimicrobial peptides: versatile biological properties. **International journal of peptides**, v. 2013, 2013.

- ROSTAMI, A. H., MOTAMEDZADEGAN, A., HOSSEINI, S. E., REZAEI, M., & KAMALI, A. Evaluation of plasticizing and antioxidant properties of silver carp protein hydrolysates in fish gelatin film. **Journal of aquatic food product technology**, v. 26, n. 4, p. 457-467, 2017.
- SAIDI, S., DERATANI, A., BELLEVILLE, M. P., AMAR, R. B. (2014). Antioxidant properties of peptide fractions from tuna dark muscle protein by-product hydrolysate produced by membrane fractionation process. **Food research international**, v. 65, p. 329-336, 2014.
- SALGADO, P. R., FERNÁNDEZ, G. B., DRAGO, S. R., MAURI, A. N. Addition of bovine plasma hydrolysates improves the antioxidant properties of soybean and sunflower protein-based films. **Food Hydrocolloids**, v. 25, n. 6, p. 1433-1440, 2011.
- SHAHIDI, F., ZHONG, Y. **Bioactive peptides**. Journal of AOAC International, v. 91, n. 4, p. 914-931, 2008.
- SHOJAEI-ALIABADI, S., HOSSEINI, H., MOHAMMADIFAR, M. A., MOHAMMADI, A., GHASEMLOU, M., OJAGH, S. M., ... KHAKSAR, R. Characterization of antioxidant-antimicrobial κ-carrageenan films containing *Satureja hortensis* essential oil. **International journal of biological macromolecules**, v. 52, p. 116-124, 2013.
- SILA, A.; BOUGATEF, A. Antioxidant peptides from marine by-products: Isolation, identification and application in food systems. A review. **Journal of functional foods**, v. 21, p. 10-26, 2016.
- SIRIPATRAWAN, U.; HARTE, B. R. Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. **Food Hydrocolloids**, 24(8), 770-775.
- SIVAROOBAN, T., HETTIARACHCHY, N. S.; JOHNSON, M. G. Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin, and EDTA incorporated soy protein edible films. **Food Research International**, v. 41, n. 8, p. 781-785, 2008.
- TANG, W., ZHANG, H., WANG, L., QIAN, H., & QI, X. Targeted separation of antibacterial peptide from protein hydrolysate of anchovy cooking wastewater by equilibrium dialysis. **Food chemistry**, v. 168, p. 115-123, 2015.
- TAVANO, O. L. (2013). Protein hydrolysis using proteases: an important tool for food biotechnology. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 90, p. 1-11, 2013.
- TEDFORD, L. A., KELLY, S. M., PRICE, N. C., & SCHASCHKE, C. J. Combined effects of thermal and pressure processing on food protein structure. **Food and Bioprocess Technology**, v. 76, n. 2, p. 80-86, 1998.
- TOLDRÁ, F., REIG, M., ARISTOY, M. C., & MORA, L. Generation of bioactive peptides during food processing. **Food chemistry**, v. 267, p. 395-404, 2018.
- TONON, R. V., DOS SANTOS, B. A., COUTO, C. C., MELLINGER-SILVA, C., BRÍGIDA, A. I. S.; CABRAL, L. M. (2016). Coupling of ultrafiltration and enzymatic hydrolysis aiming at valorizing shrimp wastewater. **Food chemistry**, v. 198, p. 20-27, 2016.
- TREFFERS, C., CHEN, L., ANDERSON, R. C.; YU, P. L. (2005). Isolation and characterisation of antimicrobial peptides from deer neutrophils. **International journal of antimicrobial agents**, v. 26, n. 2, p. 165-169, 2005.
- VAŠTAG, Ž., POPOVIĆ, L., POPOVIĆ, S., KRIMER, V.; PERIČIN, D. (2011). Production of enzymatic hydrolysates with antioxidant and angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity from pumpkin oil cake protein isolate. **Food Chemistry**, v. 124, n. 4, p. 1316-1321, 2011.

VIEIRA, E. F.; FERREIRA, I. M. (2017). Antioxidant and antihypertensive hydrolysates obtained from by-products of cannery sardine and brewing industries. **International journal of food properties**, v. 20, n. 3, p. 662-673, 2017.

ZHANG, C., WANG, Z., LI, Y., YANG, Y., JU, X., & HE, R. The preparation and physiochemical characterization of rapeseed protein hydrolysate-chitosan composite films. **Food chemistry**, v. 272, p. 694-701, 2019.

ZAREI M.; EBRAHIMPOUR A.; ABDUL HAMID A.; ANWAR F. SAARI N. Production of defatted palm kernel cake protein hydrolysate as a valuable source of natural antioxidants. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 7, p. 8097-8111, 2012.

ZHAO, J., GUO, L., ZENG, H., YANG, X., YUAN, J., SHI, H.; QIU, D. (2012). Purification and characterization of a novel antimicrobial peptide from maize (*Zea mays* L.) kernels. **Journal of Biological Chemistry**, v. 267, n. 26, p. 18814-18820, 1992.

## PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO DE SOFOROLIPÍDIO MICROBIANO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

### **Christiane Aparecida Urzedo de Queiroz**

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia,  
Universidade Estadual de Londrina, Londrina –  
PR

### **Victória Akemi Itakura Silveira**

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia,  
Universidade Estadual de Londrina, Londrina –  
PR

### **Amanda Hipólito**

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia,  
Universidade Estadual de Londrina, Londrina –  
PR

### **Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi**

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia,  
Universidade Estadual de Londrina, Londrina –  
PR

**RESUMO:** Devido à crescente preocupação ambiental, a procura por alternativas de produtos naturais que possam ser utilizados como aditivos alimentares tem aumentado, abrindo uma nova oportunidade aos surfactantes produzidos por microrganismos. O sofrorolipídio é um biossurfactante produzido principalmente pela levedura *Starmerella bombicola*, que se destaca por apresentar alta produtividade. O sofrorolipídio tem capacidade emulsificante, atividade antimicrobiana e antiadesiva, que são características com potencial para aplicação na indústria de alimentos. Sendo assim, o objetivo dessa revisão foi descrever a produção e

caracterização de sofrorolipídio e as potenciais aplicações na indústria de alimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** sofrorolipídio, *Starmerella bombicola*, alimentos, antimicrobiano, emulsificante.

**ABSTRACT:** Due to an environmental concern, a search for alternatives and natural products that can be utilized as food additives has increased, opening a new opportunity for surfactants produced by microorganisms. Sophorolipid is a biosurfactant produced by the yeast *Starmerella bombicola*, highlighting its high productivity, emulsifying capacity, antimicrobial and antiadhesive activities, which are characteristics with potential applications in the food industry. Therefore, the aim of this review was to describe the production and characterization of sophorolipid and the perspective applications in the food industry.

**KEYWORDS:** sophorolipid, *Starmerella bombicola*, food products, antimicrobial, emulsifier.

### 1 | INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos está em constante procura por novos aditivos com capacidades de atuar como espessante e estabilidade para seus produtos, buscando

também outras propriedades de valor agregado, como alimentos funcionais com atividades antioxidantes e antimicrobianas (BARROS et al., 2007).

Um composto de bastante utilidade no setor, são os surfactantes. Esses compostos são capazes de alterar as propriedades superficiais e interfaciais de um líquido, o que permite que óleos possam ser solubilizados em água ou vice-versa, formando emulsões (CAMPOS et al., 2013). Tal propriedade garante ampla aplicação industrial, como emulsificantes, detergentes, capacidade de formação de espuma e retenção de umidade (DESAI; BANAT, 1997).

A maioria desses compostos disponíveis comercialmente são derivados da indústria petrolífera. Com a crescente preocupação ambiental, a procura por alternativas tem aumentado, levando à um maior destaque para os surfactantes microbianos (KAUR et al., 2017). Estes são chamados de biossurfactantes e possuem inúmeras vantagens sobre os derivados químicos, como biodegradabilidade, baixa toxicidade, alta seletividade e eficiência de operação em condições ambientais extremas (MAKKAR; CAMEOTRA; BANAT, 2011).

Um biossurfactante de destaque é o soforolipídio, pois apresenta alta produtividade e propriedades químicas e biológicas de interesse, como capacidade emulsificante, atividade antimicrobiana e antiadesiva, todas de grande relevância para a indústria de alimentos. Apesar disso, seu uso no setor ainda é escasso e poucos trabalhos científicos têm explorado essas características.

Dessa forma, este capítulo tem como objetivo discutir as perspectivas de aplicações dos biossurfactantes na indústria de alimentos, destacando o soforolipídio, os parâmetros da biossíntese, suas propriedades físico-químicas e bioativas com potencial aplicação nesse setor.

## **2 | BIOSSURFACTANTES EM ALIMENTOS**

Biossurfactantes são moléculas anfipáticas, que apresentam grupos hidrofílicos e hidrofóbicos em sua estrutura, sendo originados como subprodutos do sistema metabólico de seus microrganismos produtores (CAMEOTRA; MAKKAR, 2004). São classificados em baixa massa molecular, tais como os glicolipídios, lipopeptídeos e fosfolipídios e em agentes poliméricos de massa molecular elevada (SHARMA; OBEROI, 2017).

A preocupação com o uso de produtos sintéticos e oriundos de culturas geneticamente modificadas, como a soja, que é a principal fonte do emulsificante alimentício lecitina, intensificou a busca por compostos alternativos. Isso resultou num aumento de interesse pelos biossurfactantes, moléculas naturais seguras que combinam propriedades desejáveis e apelo ecologicamente correto (MILES et al., 2006; CAMPOS et al., 2013).

Os biossurfactantes podem ser utilizados como emulsificantes, agentes anti-adesivos e antimicrobianos. A emulsificação tem papel importante na formação

da consistência e textura, dispersão de fase e solubilização de aromas (ARAUJO; FREIRE; NITSCHKE, 2013). Essa molécula tensoativa promove a estabilidade da emulsão através da redução da tensão interfacial, o que diminui a energia na superfície entre as duas fases e minimiza a coalescência de partículas (BARROS et al., 2007).

Podem ser empregados para aumentar a vida de prateleira e modificar as propriedades reológicas, como melhora da consistência, textura e redução do envelhecimento de produtos (GANDHI; SKEBBA, 2007; MNIF et al., 2012; ZOUARI et al., 2016). Ramnolipídio, liposan e outro biossurfactante de *Candida utilis* têm sido empregados em produtos de panificação (MUTHUSAMY et al., 2008), produtos cárneos e laticínios, óleos comestíveis (FREIRE et al., 2009), molhos de saladas (DESAI; BANAT, 1997) e maionese (CAMPOS et al., 2015).

Também tem sido explorada sua aplicação antimicrobiana. A combinação de nisina, natamicina e ramnolipídio resultou em vida de prateleira prolongada e inibição de microrganismos indesejáveis em produtos como leite de soja UHT e queijos (FREIRE et al., 2009). Soforolipídio também tem sido relatado como agente antimicrobiano de diversos microrganismos patogênicos de origem alimentar, como *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli* (ZHANG et al., 2016a;2016b).

Outra propriedade de grande importância na indústria alimentícia é a atividade antiadesiva, fundamental para evitar a formação de biofilmes microbianos. É possível reduzir esse problema utilizando biossurfactantes como agentes de revestimento para utensílios e superfícies (ARAUJO; FREIRE; NITSCHKE, 2013).

Há relato do uso de um biossurfactante produzido por *Streptococcus sp.* como antiadesivo em placas de trocadores de calor de pasteurizadores, muito utilizadas no processamento de produtos lácteos e grande alvo de contaminação (BANAT; MAKAR; CAMEOTRA, 2000). Surfactina e ramnolipídio também foram descritos contra a adesão de *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* e *Micrococcus luteus* em superfícies de poliestireno (ZERAİK; NITSCHKE, 2010).

Essas propriedades sugerem que os biossurfactantes são candidatos em potencial para uma diversidade de aplicações na indústria de alimentos, na busca de produtos de alto valor agregado com diferentes funcionalidades.

### 3 | PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO SOFOROLIPÍDIO

Soforolipídio é um biossurfactante pertencente à classe dos glicolipídios extracelulares, composto por um dissacarídeo sofrorose (O  $\beta$ -D-glicopiranosil-2 $\rightarrow$ 1- $\beta$ -D-glicopiranosose) unidos por ligação  $\beta$ -glicosídica entre o carbono 1' e o carbono terminal ( $\omega$ ) ou sub-terminal ( $\omega$ -1) de uma cadeia de ácido graxo de 16 ou 18 carbonos (ASHBY; SOLAIMAN, 2010).

São produzidos na forma de uma mistura de diferentes moléculas divididas em dois grupos principais: lactônica e acídica (Figura 1). Na forma acídica, a extremidade do ácido carboxílico é livre, apresentando uma cadeia aberta. Já a estrutura lactônica é internamente esterificada na posição 4'' da sofrorose, apresentando uma estrutura de anel fechado (ASMER et al., 1988).

Podem ainda sofrer outras variações estruturais em termos de acetilação em sua porção da sofrorose e de diferenças na estrutura do ácido graxo (número de carbonos, insaturações e hidrogenação), de acordo com os parâmetros do processo fermentativo, que influenciarão em suas futuras aplicações (RIBEIRO et al., 2015; VAN BOGAERT et al., 2011).

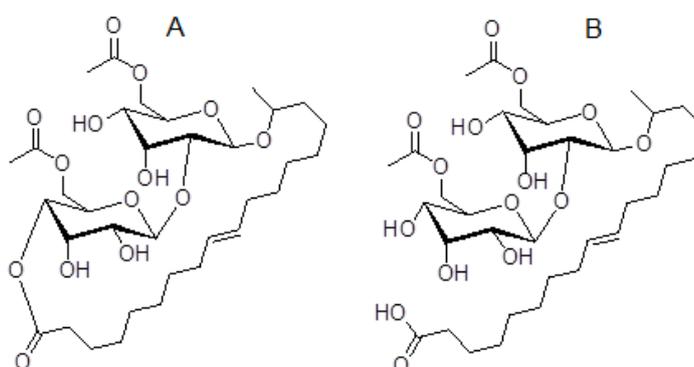


Figura 1. Formas estruturais do sofrorolípido: A – lactônica B – acídica

O sofrorolípido é sintetizado em altas concentrações e geralmente por cepas não patogênicas, como a levedura *Starmerella bombicola*, tornando esse grupo de moléculas particularmente atrativo para produções comerciais e futuras aplicações, considerando os aspectos de segurança (PAULINO et al., 2016).

A biossíntese do sofrorolípido ocorre no final da fase exponencial e início da fase estacionária, em condições de nitrogênio limitantes. Os substratos normalmente empregados na síntese dessa molécula são carboidratos e ácidos graxos, destacando a glicose e ácido oleico (ZHOU; KOSARIC, 1993; RAU et al., 2001).

A via metabólica do sofrorolípido tem início pela hidroxilação dos ácidos graxos ou alcanos, pela enzima citocromo monooxigenase P450 (NADP), sendo convertidos a ácidos graxos hidroxilados. Após, duas moléculas de glicose uridina difosfato ativada (UDP-glicose) são adicionadas ao grupamento hidroxila do ácido graxo pelas glicosiltransferases I e II, obtendo-se a estrutura acídica não-acetilada (VAN BOGAERT et al., 2011).

Outras modificações podem ocorrer, como esterificação interna (lactonização) por esterase lactônica específica ou acetilação da sofrorose nas posições 6' e/ou 6'' pela acetil transferase (ASMER et al., 1988).

Estudos têm buscado a otimização dos processos fermentativos do sofrorolípido,

pois a produção em larga escala e seu custo relativamente elevado, ainda são um desafio. Assim, para torná-lo economicamente competitivo, a adoção de algumas medidas se faz necessário, como a utilização de substratos de baixo custo, cepas geneticamente modificadas com maior capacidade produtiva e ferramentas estatísticas de otimização (SATPUTE; PŁAZA; BANPURKAR, 2017).

Após a produção, são necessárias as etapas de separação, purificação e caracterização, afim de viabilizar e direcionar a aplicação do soforolípido produzido. A obtenção dessa biomolécula do caldo fermentado é normalmente realizada por extração com solventes como acetato de etila, hexano e metanol (MINUCELLI et al., 2017), combinada ou não com técnicas de filtração (SOLAIMAN; ASHBY; CROCKER, 2015).

A identificação e quantificação pode ser realizada por gravimetria (DAVEREY; PARKSHIRAJAN, 2010), cromatografia líquida de alta eficiência (JADHAV; PRATAP; KALE, 2019) e pelo método colorimétrico de antrona (SCOTT; MELVIN, 1953).

As técnicas utilizadas na purificação e caracterização envolvem cromatografia de camada fina (PEKIN et al., 2005), cromatografia líquida com espectrômetro de massa (HU; JU, 2001), espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier e ressonância magnética nuclear (KAUR et al., 2019).

## **4 | PROPRIEDADES DO SOFOROLÍPIDO PARA USO EM ALIMENTOS**

Soforolípido apresenta grande perspectiva de aplicação como ingrediente ativo a ser aplicado em formulações de alimentos. Apesar de apresentar inúmeras propriedades de interesse, o seu uso nesta área ainda é escasso. Algumas propriedades físico-químicas e biológicas do soforolípido os tornam interessantes para o setor, destacando sua biodegradabilidade e eficiência em condições extremas de temperatura e pH, capacidade emulsificante, antimicrobiana e antiadesiva.

### **4.1 Emulsificante**

Utilizados como ingrediente de diminuição da tensão de superfícies na formulação de alimentos, promovendo a formação e estabilização de emulsões. No controle da aglomeração de glóbulos de gordura, melhoria de textura e vida útil de produtos com amido, modificador de propriedades reológicas da massa de trigo, melhorador da consistência e textura de produtos de base gorda e na prevenção de formação de partículas de gelo em produtos transportados e armazenados sob sistemas de ar refrigerado (KACHHOLZ; SCHLINGMANN, 1987; NITSCHKE; COSTA, 2007; AKARI; AKARI, 1987; MASARU et al., 2001).

### **4.2 Atividade antimicrobiana**

Aspectos gerais de higiene sanitárias e qualidade são importantes na aceitação

de um produto alimentício, pois, a contaminação dos alimentos por fungos e bactérias traz uma enorme preocupação relacionada à segurança alimentar e saúde do consumidor (OLIVEIRA et al., 2015).

Existe uma gama de produtos alimentícios como carnes, produtos agrícolas, pães, frutas e hortaliças contaminados por microrganismos deteriorantes e causadores de toxinfecções alimentares (SILVA, 1998). Essa contaminação pode ocorrer ainda no solo, durante a formação das sementes e também no armazenamento, devido ao elevado teor de água livre presente nos alimentos em geral, tornando-os altamente perecíveis (ROSSETTO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2015).

Nessa vertente, uma das principais propriedades investigadas são atividades antimicrobianas de compostos alternativos, haja vista a importância da descoberta de possíveis substituintes de germicidas e sanitizantes convencionais por compostos naturais e biodegradáveis (GUPTA, 2012) stearic acid, palmitic acid and different vegetable oils. To our knowledge, there is no such report on the analysis of individual SL molecule produced using pure  $\alpha$ -linolenic acid (ALA).

Soforolípido apresenta grande perspectiva de aplicação explorando sua ação antimicrobiana (Tabela 1). Essa propriedade é relacionada à natureza anfifílica desse biossurfactante, sendo capaz de diminuir a tensão interfacial e superficial de compostos e materiais, e assim promover alterações da adesão de microrganismos (PONTES et al., 2016). Envolve mecanismos de desestabilização e alteração da permeação da membrana, o que leva a ruptura e extravasamento do conteúdo celular (VALOTTEAU et al., 2017).

Os efeitos da atividade antimicrobiana do soforolípido dependem de diversos fatores como, suas formas acídicas e lactônicas, o microrganismo que o produz e a espécie de patógeno que é empregado, ressaltando que, formas lactônicas possuem melhor atividade antimicrobiana que as estruturas acídicas (ZHANG et al., 2016a).

Embora apresentem resultados de inibição contra bactérias Gram-negativas, possuem melhor ação em cepas Gram-positivas, pois nelas a parede celular é constituída por uma membrana citoplasmática circundada por uma espessa camada de peptidoglicano, enquanto que em Gram-negativas é composta de uma fina camada de peptidoglicano e duas membranas, tornando este envelope celular mais complexo de interagir (DENGLE-PULATE et al., 2014; ZHANG et al., 2016a) researchers have developed biosurfactants for industrial, pharmaceutical and medical applications revealing the promising biological activities of these biomolecules. One of the best studied microbial surfactants are glycolipids, especially sophorolipids (SLs).

Dengle-Pulate et al. (2014) testaram o efeito antimicrobiano do soforolípido de *Candida bombicola* para a limpeza de frutas e vegetais, verificando que o tratamento resultou em 90% de redução das células de *Salmonella typhimurium* ATCC 23564 e 99% em *Escherichia coli* ATCC 8739 após 10 minutos. *Erwinia chrysanthemi* ATCC 11663 e *Xanthomonas campestris* ATCC 13951 foram reduzidas totalmente após 10 minutos.

Olanya et al. (2018) também reportaram ação antibacteriana do soforolipídio de *C. bombicola in vitro* e aplicados em tomate pós colheita, obtendo resultados de inibição de *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* e *Escherichia coli* em concentrações a partir de 50 mg/L. Outros autores investigaram seu efeito em folhas de espinafre contaminadas com *Escherichia coli O157:H7*, obtendo reduções de 1,4 log UFC/folha logo após tratamento com 1% de soforolipídio e 3.6 log UFC/folha após 7 dias de armazenamento a 4°C (Zhang et al., 2016b).

Sen et al. (2017) avaliaram a atividade antifúngica de soforolipídio produzido por *Rhodotorula babjevae* YS3 e observaram um bom efeito inibitório contra um grupo amplo de fungos patogênicos, tais como: *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium verticillioides*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*, *Corynespora cassiicola* e *Trichophyton rubrum* verificados através do MIC numa faixa de concentração de 62-1000 µg/mL.

Diante disso, é possível observar que o soforolipídio apresenta um grande potencial como agente antimicrobiano no controle de microrganismos deteriorantes e patogênicos de origem alimentar, o que os torna uma forte alternativa para a substituição parcial ou total de germicidas e sanitizantes químicos utilizados nesse setor.

Microrganismos	Tipos de soforolipídio	CIM (µg/ml)	Contaminação alimentar	Referências
<i>Staphylococcus aureus</i>	Lactônico diacetilado 75% lactônico e 25% ácido;	4.500 400	alimentos de grande manipulação: carnes, ovos, molhos, cremes	Hoa et al. (2017); Joshi-Navare et al. (2013);
<i>Listeria spp.</i>	Lactônico	1.000	Carnes e derivados, laticínios	Zhang et al. (2016a)
<i>Escherichia coli</i> <i>Escherichia coli</i> <i>O157:H7</i>	75% lactônico e 25% ácido; Lactônico diacetilado Lactônico	1.000 750 10.000	Água e alimentos não processados com contaminação de origem fecal	Joshi-Navare et al. (2013); Pontes et al. (2016) Zhang et al. (2016b)
<i>Salmonella spp.</i> <i>Salmonella typhimurium</i>	Acídico não acetilado Lactônico	50 10.000	Carnes, ovos e leite	Valotteau et al. (2017) Zhang et al. (2016a)
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ,	Mistura ácida e lactônica	62	Frutas	Sen et al. (2017)
<i>Fusarium verticillioides</i> <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>pisi</i>	Mistura ácida e lactônica	125	Milho, feijão e sementes em geral	Sen et al. (2017)

Tabela 1. Concentrações inibitórias mínimas (CIM) de diferentes tipos de soforolipídio contra microrganismos.

## 5 | PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA

O soforolipídio é um metabólito diferenciado a ser aplicado na indústria, pois

apresenta ausência de patogenicidade, elevado rendimento e características físico-químicas desejáveis para diversas aplicações, sendo o maior destaque a sua potencialidade como agente antimicrobiano alternativo contra uma série de cepas bacterianas e fúngicas.

Exemplos de sua ação já foram evidenciados no aumento do rendimento de plantações por seu emprego no controle de pragas (VAUGHN et al., 2014), componente de misturas germicidas para a limpeza de frutas e vegetais (DENGLE-PULATE et al., 2014) researchers have developed biosurfactants for industrial, pharmaceutical and medical applications revealing the promising biological activities of these biomolecules. One of the best studied microbial surfactants are glycolipids, especially sophorolipids (SLs e ações antibacterianas contra bactérias contaminantes de carne de aves (ZHANG et al., 2016b)

Nosso grupo de pesquisa desenvolveu um sanitizante à base de soforolipídio para aplicação na indústria avícola. O metabólito foi sintetizado pela levedura *Starmerella bombicola* e aplicado diretamente em carne de frango.

Esse processo foi desenvolvido e testado de forma pioneira, gerando as patentes BR 10 2018 072522 0 (Aplicação de soforolipídio para redução de contaminação de aeróbios mesófilos em cortes de frango) e BR 10 2019 004754 2 (Aplicação de soforolipídio como sanitizante no sistema lavagem de carcaças de frango por aspersão para redução de contaminação de aeróbios mesófilos).

Os resultados obtidos nesses processos foram promissores, apresentando eficácia antimicrobiana contra esses patógenos avícolas, com reduções de mais de 50% das unidades formadoras de colônia (UFC) em relação ao tratamento com água de torneira clorada a 1ppm, atualmente único método de descontaminação aprovado pela legislação brasileira.

Não restrito ao segmento da indústria avícola, o soforolipídio poderia ser empregado em outros produtos cárneos, laticínios, frutas e vegetais, explorando as mesmas propriedades, assim como sua capacidade emulsificante e antiadesiva.

Comercialmente o soforolipídio já é produzido por algumas empresas, incluindo a Kao Co Ltd. (Japão) que trabalha com produtos cosméticos, de limpeza e cuidados pessoais, Soliance (França) com cosméticos, Ecover (Bélgica) com produtos de limpeza e higiene pessoal e Synthezyme (EUA) com a produção de diferentes produtos biotecnológicos.

As informações acima demonstram que a busca por moléculas de origem natural, que não interfiram no meio ambiente está aumentando nos últimos anos, evidenciando o interesse dos consumidores por produtos que sejam mais seguros e sustentáveis, assim o soforolipídio possui características importantes e inovadoras para aplicação na indústria de alimentos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, L.V.; FREIRE, D.M.G.; NITSCHKE, M. Biosurfactantes: propriedades anticorrosivas, antibiofilmes e antimicrobianas. **Química Nova**, v. 36, n. 6, p. 848-858, 2013.
- ASHBY, R. D.; SOLAIMAN, D. K. Y. The influence of increasing media methanol concentration on sophorolipid biosynthesis from glycerol-based feedstocks. **Biotechnology Letters**, v. 32, n. 10, p. 1429–1437, 2010.
- ASMER, H.J.; HANS, J.; LANG, S.; WAGNER, F.; WRAY, V. Microbial production, structure elucidation and bioconversion of sophorose lipids. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 65, n. 9, p. 1460–1466, 1988.
- BANAT, I.M.; MAKKAR, R.S.; CAMEOTRA, S.S. Potential commercial applications of microbial surfactants. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 53, n. 5, p. 495–508, 2000.
- BARROS, F.F.C; QUADROS, C.P.; JÚNIOR, M.R.M.; PASTORE, G.M. Surfactina: propriedades químicas, tecnológicas e funcionais para aplicações em alimentos, **Quim. Nova**, v. 30, n. 2, p. 409-414, 2007.
- CAMEOTRA, S., & MAKKAR, R. Recent applications of biosurfactants as biological and immunological molecules. **Current Opinion in Microbiology**, v. 7, n. 3, p. 262–266, 2004.
- CAMPOS, J. M., MONTENEGRO STAMFORD, T. L., SARUBBO, L. A., DE LUNA, J. M., RUFINO, R. D., & BANAT, I. M. Microbial biosurfactants as additives for food industries. **Biotechnology Progress**, v. 29, n. 5, p. 1097–1108, 2013.
- CAMPOS, J. M., STAMFORD, T. L., RUFINO, R. D., LUNA, J. M., STAMFORD, T. C. M., SARUBBO, L. A.. Formulation of mayonnaise with the addition of a bioemulsifier isolated from *Candida utilis*. **Toxicology reports**, v. 2, p. 1164-1170, 2015.
- DAVEREY, A; PAKSHIRAJAN, K. Sophorolipids from *Candida bombicola* using mixed hydrophilic substrates: Production, purification and characterization. **Colloids and Surfaces B**, v. 79, p. 246–253, 2010.
- DENGLE-PULATE, V; CHANDORKAR, P; BHAGWAT, S; PRABHUNE, AA. Antimicrobial and SEM studies of sophorolipids synthesized using lauryl alcohol. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 17, n. 3, p. 543–552, 2014.
- DESAI, J.D.; BANAT, I.M. Microbial production of surfactants and their commercial potential. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 61, p. 47–64, 1997.
- FREIRE, D. M. G.; ARAUJO, L. V.; KRONEMBERGER, F. A.; NITSCHKE, M. In: **Innovation in Food Engineering: New Techniques and Products**; PASSOS, M. L.; RIBEIRO, C. P., eds.; Taylor & Francis Group: Boca Raton, p. 685-705, 2009.
- GANDHI, N. R.; SKEBBA, V. L. P. **Rhamnolipid compositions and related methods of use**. International Application Patent W.O. 095258, 2007

- GUPTA, R. **Biosynthesis of novel sophorolipids using *Candida bombicola* ATCC 22214: characterization and applications**. 2012. Tese (Doutorado em Biotecnologia), Laboratório da Divisão em Bioquímica e Química, Universidade de Pune, Pune, 2012.
- HOA, N.L.H.; LOAN, L.Q.; EUN-KI, K.; HÁ, T.T.; DUY, N.D.; KHANH, H.Q.; DUNG, N.H. Production and characterization of sophorolipids produced by *Candida bombicola* using sugarcane molasses and coconut oil. **Asia-Pacific Journal of Science and Technology**, v. 22, n. 2, p.66-75, 2017.
- HU, Y.; JU, L. K. Sophorolipid production from different lipid precursors observed with LC-MS. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 29, n. 10, p. 593–601, 2001.
- JADHAV, J. V., PRATAP, A.P., KALE, S.B. Evaluation of sunflower oil refinery waste as feedstock for production of sophorolipid. **Process Biochemistry**, v. 78, p. 15–24, 2019.
- JOSHI-NAVARE, K; PRABHUNE, A. A biosurfactant-sophorolipid acts in synergy with antibiotics to enhance their efficiency. **BioMed Research International**, v. 2013, 2013.
- KACHHOLTZ, T.; SCHLINGMANN, M. Possible food and agricultural applications of microbial surfactants: an assessment. In **Biosurfactants and Biotechnology**, eds N Kosaric , W L Cairns and N C C Gary. Marcel dekker, New York, 183-210, 1987.
- KAUR, K., SANGWAN, S., KAUR, H., Biosurfactant production by yeasts isolated from hydrocarbon polluted environments, **Environmental monitoring and assessment**, v. 189, n. 12, p. 603, 2017.
- KAUR, G.; WANG, H.; TO, M.H.; ROELANTS, S.L.K.W.; SOETAERT, W.; LIN, C.S.K. Efficient sophorolipids production using food waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 1–11, 2019.
- MAKKAR, RS; CAMEOTRA, SS; BANAT, IM. Advances in utilization of renewable substrates for biosurfactant production. **AMB Express**, v. 1, n. 1, p. 5, 2011.
- MASARU, K.; TAKASHI, N.; YOJI, A.; KAZUO, N.; TATSU, N.; SUMIKO, T.; JOTARO, N. Composition for high-density cold storage transportation. **Japanese patent 2001131538**, 2001.
- MILES, S., HAFNER, C., BOLHAAR, S., MANCEBO, E. G., FERNÁNDEZ-RIVAS, M., KNULST, A., & HOFFMANN-SOMMERGRUBER, K. Attitudes towards genetically modified food with a specific consumer benefit in food allergic consumers and non-food allergic consumers. **Journal of Risk Research**, v. 9, n. 7, p. 801–813, 2006.
- MNIF, I.; BESBES, S.; ELLOUZE, R.; ELLOUZE-CHAABOUNI, S.; GHRIBI, D. Improvement of bread quality and bread shelf-life by *Bacillus subtilis* biosurfactant addition. **Food Science and Biotechnology**, v. 21, p. 1105-1112, 2012.
- MINUCELLI, T; RIBEIRO-VIANA, RM; BORSATO, D; ANDRADE, G; CELY, MVT; DE OLIVEIRA, MR; BALDO, C; CELLIGOI, MAPC. Sophorolipids production by *Candida bombicola* ATCC 22214 and its potential application in soil bioremediation. **Waste and Biomass Valorization**, v. 8, n. 3, p. 743–753, 2017.
- MUTHUSAMY, K.; GOPALAKRISHNAN, S.; RAVI, T.K.; SIVACHIDAMBARAM, P. Biosurfactants: properties, commercial production and application. **Current Science**, v. 94, p. 736–747, 2008.
- NITSCHKE, M.; PASTORE, G.M. Biosurfactantes: propriedades e aplicações. **Química Nova**, v. 25, n. 5, p. 772-776, 2002.
- NITSCHKE, M.; COSTA, S.G.V.A.O. Biosurfactants in food industry. **Trends in Food Science and Technology**, v. 18, p. 252-259, 2007.

- OLANYA, OM; UKUKU, DO; SOLAIMAN, DKY; ASHBY, RD; NIEMIRA, BA; MUKHOPADHYAY, S. Reduction in *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* O157:H7 in vitro and on tomato by sophorolipid and sanitiser as affected by temperature and storage time. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 5, p. 1303–1315, 2018.
- OLIVEIRA, AV.; DEL PRADO, CCN.; MODESTO, NG.; LUCENA, G. Detecção molecular de fungos com potencial toxigênico em amostras de amendoim vendidas no comércio varejista de Maringá/PR, Brasil. **Biotemas**. 2015
- OLIVEIRA, MR; MAGRI, A; BALDO, C; CAMILIOS-NETO, D; MINUCELLI, T; CELLIGOI, MAPC. Review: Sophorolipids A Promising Biosurfactant and it's Applications. **International Journal of Advanced Biotechnology and Research**, v. 16, n. 2, p. 161–174, 2015.
- PAULINO, BN; PESSÔA, MG; MANO, MCR; MOLINA, G; NERI-NUMA, IA; PASTORE, GM. Current status in biotechnological production and applications of glycolipid biosurfactants. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 100, n. 24, p. 10265–10293, 2016.
- PEKIN, G; VARDAR-SUKAN, F; KOSARIC, N. Production of sophorolipids from *Candida bombicola* ATCC 22214 using Turkish corn oil and honey. **Engineering in Life Sciences**, v. 5, n. 4, p. 357–362, 2005.
- PONTES, C; ALVES, M; SANTOS, C; RIBEIRO, MH; GONÇALVES, L; BETTENCOURT, AF; RIBEIRO, IAC. Can sophorolipids prevent biofilm formation on silicone catheter tubes? **International Journal of Pharmaceutics**, v. 513, n. 1–2, p. 697–708, 2016.
- RAU, U; HAMMEN, S; HECKMANN, R; WRAY, V; LANG, S. Sophorolipids: A source for novel compounds. **Industrial Crops and Products**, v. 13, n. 2, p. 85–92, 2001.
- RIBEIRO, I.A.C., FAUSTINO, C.M.C., GUERREIRO, P.S., FRADE, R.F.M., BRONZE, M.R., CASTRO, M.F., RIBEIRO, M.H.L. Development of novel sophorolipids with improved cytotoxic activity toward MDA-MB-231 breast cancer cells. **Journal of Molecular Recognition**, v. 28, p. 155–165, 2015.
- ROSSETTO, C. A. V.; VIEGAS, E. C.; LIMA, T. M. Contaminação fúngica do amendoim em função das doses de calcário e das épocas de amostragem. **Bragantia**, Campinas, v. 62, 2003.
- SATPUTE, SK; PŁAZA, GA; BANPURKAR, AG. Biosurfactants' Production from Renewable Natural Resources: Example of Innovative and Smart Technology in Circular Bioeconomy. **Management Systems in Production Engineering**, v. 25, n. 1, 2017.
- SCOTT, T.A.J.; MELVIN, E.H. Determination of dextran with anthrone. **Anal Chemistry**, v. 25, p. 1656–1661, 1953.
- SEN, S; SUPARNA, BORAH; SIDDHARTHA, N; BORA, A; DEKA, S. Production, characterization, and antifungal activity of a biosurfactant produced by *Rhodotorula babjevae* YS3. **Microbial Cell Factories**, v. 16, n. 1, p. 95, 2017.
- SHARMA, R.; OBEROI, H. S. Biosurfactant-aided bioprocessing: Industrial applications and environmental impact. **Recent advances in Applied Microbiology**, Chapter 3, 2017.
- SILVA, J. A. Microrganismos patogênicos em carne de frangos. **Higiene Alimentar**, v. 12, n. 58, p. 9–14, 1988.
- SOLAIMAN, D. K. Y.; ASHBY, R. D.; CROCKER, N. V. High-titer production and strong antimicrobial activity of sophorolipids from *Rhodotorula bogoriensis*. **Biotechnology Progress**, v. 31, n. 4, p. 867–874, 2015.

VALOTTEAU, C; BANAT, IM; MITCHELL, CA; LYDON, H; MARCHANT, R; BABONNEAU, F; PRADIER, CM; BACCILE, N; HUMBLLOT, V. Antibacterial properties of sophorolipid-modified gold surfaces against Gram positive and Gram negative pathogens. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 157, p. 325–334, 2017.

VAN BOGAERT, I.N.A., ZHANG, J., SOETAERT, W. Microbial synthesis of sophorolipids. **Process Biochemistry**, v. 46, p. 821–833, 2011.

VAUGHN, S. F.; BEHLE, R. W.; SKORY, C. D.; KURTZMAN, C. P.; PRICE, N. P. J. Utilization of sophorolipids as biosurfactants for postemergence herbicides. **Crop Protection**, v. 59, p. 29–34, 2014.

ZERAIK, A.E.; NITSCHKE, M. Biosurfactants as agents to reduce adhesion of pathogenic bacteria to polystyrene surfaces: effect of temperature and hydrophobicity. **Current Microbiology**, v. 61, p. 554–559, 2010.

ZHANG, X; ASHBY, R; SOLAIMAN, DKY; UKNALIS, J; FAN, X. Inactivation of *Salmonella spp.* and *Listeria spp.* by palmitic, stearic, and oleic acid sophorolipids and thiamine dilauryl sulfate. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 1–11, 2016a.

ZHANG, X; FAN, X; SOLAIMAN, DKY; ASHBY, RD; LIU, Z; MUKHOPADHYAY, S; YAN, R. Inactivation of *Escherichia coli O157:H7* in vitro and on the surface of spinach leaves by biobased antimicrobial surfactants. **Food Control**, v. 60, p. 158–165, 2016b

ZHOU, Q. H.; KOSARIC, N. Effect of lactose and olive oil on intra- and extracellular lipids of *Torulopsis bombicola*. **Biotechnology Letters**, v. 15, n. 5, p. 477–482, 1993.

ZOUARI, R.; BESBES, S.; ELLOUZE-CHAABOUNI, S.; GHRIBI-AYDI, D. Cookies from composite wheat–sesame peels flours: Dough quality and effect of *Bacillus subtilis* SPB1 biosurfactant addition. **Food Chemistry**, v. 194, p. 758–769, 2016.

## POTENCIAL ECONÔMICO DOS SUB-PRODUTOS PROVENIENTES DA INDÚSTRIA DE PESCADO: ESTUDO DE CASO DA FILETAGEM DE PEIXE NUMA EMPRESA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE VIGIA-PA

### **Maurício Madson dos Santos Freitas**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Belém-Pará.

### **Marielba de los Ángeles Rodríguez Salazar**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Belém-Pará.

### **Mirelle de Oliveira Moreira**

Universidade Federal Rural da Amazônia – Médica Veterinária

### **Geormenny Rocha dos Santos**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Belém-Pará.

### **Nádia Cristina Fernandes Correa**

Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Tecnologia, Belém-Pará.

**RESUMO:** A indústria beneficiadora de pescado é responsável por gerar grandes quantidades de resíduos sólidos orgânicos, que são descartados de maneira inadequada, e causam diversos problemas ambientais e sociais. Vale ressaltar que a maioria desses subprodutos são fontes, principalmente, de proteína e lipídeos que podem ser utilizados como matéria-prima para a elaboração de diversos produtos de valor agregado. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo, buscar na literatura as possíveis

alternativas de destinação dos subprodutos que são gerados pela indústria pesqueira. Através do estudo de caso realizado em uma indústria localizada no município de Vigia-PA, identificar as principais etapas do processo de filetagem que são responsáveis por gerar esses resíduos e propor as possíveis alternativas para a destinação correta desses subprodutos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indústria, Peixe, Resíduos, Processamento.

**ABSTRACT:** The fish processing industry is responsible for generating large quantities of organic solid waste, which are disposed of inappropriately, and cause various environmental and social problems. It is worth mentioning that most of these by-products are sources of protein and lipids that can be used as raw material for the elaboration of several value-added products. Therefore, the present work aims to search the literature for possible alternatives for the destination of the by-products that are generated by the fishing industry. Through the case study carried out in an industry located in the municipality of Vigia-PA, identify the main stages of the filleting process that are responsible for generating these residues and propose the possible alternatives for the correct destination of these by-products.

**KEYWORDS:** Industry, Fish, Waste, Processing.

## 1 | INTRODUÇÃO

As indústrias de beneficiamento de peixe geram diariamente grandes quantidades de subprodutos (resíduos sólidos orgânicos), que muitas vezes não são aproveitados devido ao restrito conhecimento deste setor sobre procedimentos tecnológicos e sanitários para utilização destes resíduos (PIRES et al., 2014). Neste contexto, é preciso dispor de alternativas para o gerenciamento e minimização dos resíduos que são gerados, que torna o diferencial das empresas, garantindo a diversificação da linha de produtos, o crescimento sustentável e a responsabilidade socioambiental (PIRES et al., 2014).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) editou a Instrução Normativa nº 13, em dezembro de 2012, criando a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos, com a finalidade de padronizar as informações acerca dos resíduos gerados e permitir seu monitoramento, controle, fiscalização, avaliação da gestão e do gerenciamento dos resíduos provenientes da aquicultura e pesca (IBAMA, 2012).

Apesar de existir legislação para o gerenciamento dos resíduos industriais, historicamente, os resíduos da produção industrial pesqueira são dispostos indiscriminadamente no meio ambiente, podendo ocasionar problemas diversos como a poluição dos rios, conseqüentemente a redução da fauna e flora, aumento do número de vetores de transmissão de doenças, prejuízos nos aspectos visuais do meio ambiente, restringindo a sua utilização sustentável.

Assim, há a necessidade do aproveitamento dos resíduos e minimização da problemática da disposição indevida dos resíduos da indústria pesqueira em rios e efluentes. De acordo com uma visita à indústria localizada no município de Vigia-PA, foram observadas a etapas do processamento de filetagem, sendo constatado que de 40 toneladas diárias produzidas, são geradas 10 toneladas diária de resíduos sólidos que são majoritariamente destinadas para consumo animal.

Segundo Fogaça et al. (2013) o rendimento de filé de peixe é muito baixo, assim é considerado que a filetagem industrial gera quantidades significativas de resíduos. O desenvolvimento de tecnologia para recuperação de proteína de resíduos de filetagem e elaboração de subprodutos oferece muitos benefícios, porque permite a utilização mais responsável dos recursos disponíveis para a alimentação humana e reduz o impacto ambiental. A proteína muscular recuperada pode ser usada para fabricar produtos de valor agregado, como surimi, empanados, formatados (fishburger), embutidos (salsicha), entre outros.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo fazer uma revisão sobre o potencial dos resíduos provenientes da indústria de pescados, especificamente dos resíduos gerados do processo de filetagem de uma empresa localizada no município de Vigia-PA, com a finalidade de propor alternativas tecnológicas disponíveis para o aproveitamento destes resíduos, como maneira de agregar valor a este material.

## 2 | PRODUÇÃO E CONSUMO DE PESCADO NO BRASIL E NA REGIÃO NORTE

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO - Food and agriculture organization), no período entre 2013 e 2014, a produção mundial de pescado variou de 162,9 a 167,2 milhões de toneladas. Com as melhorias no modelo de pesca, o incentivo de avanços tecnológicos e o aumento da procura de peixe, a produção pesqueira total no mundo deverá aumentar durante o ano 2025 a 196 milhões de toneladas (FAO, 2016).

Em 2011, a produção brasileira de pescado foi de 1,4 milhão de toneladas, sendo a pesca responsável por 803,2 mil toneladas e a aquicultura por 628,7 mil toneladas, o que lhe rendeu a 23<sup>a</sup> e a 12<sup>a</sup> colocação nos rankings mundiais, respectivamente. A maior parte da produção ficou concentrada na região Nordeste, seguida das regiões Sul, Norte, Sudeste e Centro-Oeste, respectivamente (BRASIL, 2013; BRABO et al. 2016).

O estado do Pará produz cerca de 10 mil toneladas de pescado de aquicultura, que representam menos de 2% da produção nacional aquícola. Segundo o IBGE (2015) as principais espécies produzidas são tambaqui (*Colossoma macropomum*) (9.098.068 kg), pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (552.245 kg) e Tilapia (*Oreochromis niloticus*) (384.014 kg).

O setor de pesca e aquicultura desempenha um papel importante na segurança alimentar do Brasil. Assim, o consumo interno de peixe e produtos de pescado aumentou de forma estável graças ao crescimento da produção de pesca e às importações. O consumo aparente per capita cresceu de 6,0 kg/p em 2005, para 9,9 kg/p em 2014. Esse crescimento também é resultado de campanhas realizadas no país para promover o consumo de peixe. Existem variações regionais significativas, com maior consumo no estado do Amazonas. Sendo que o consumo aparente de peixe per capita deve expandir-se na próxima década, atingindo 12,7 kg/p em 2024 (FAO, 2015; LOPES et al., 2016).

Segundo Sartori & Amancio (2012) as regiões Norte e Nordeste possuíram os maiores consumo de pescado pela população brasileira, sendo que a região Norte, apresenta elevada disponibilidade do alimento em relação às demais regiões brasileiras, considerando as espécies de peixes mais consumidas: jaraqui (*Semaprochilodus insignis*), tucunaré (*Cichla ocellaris*), dourada (*Brachyplatystoma flavicans*) e da pescada (*Plagioscion squamosissimus*) são destaque na região Norte.

Lopes et al. (2016) avaliaram o panorama atual do consumo de peixes pela população brasileira, por meio da utilização de dados socioeconômicos e de preferência de consumo. Os resultados apontam preferência por carnes bovinas (48,5%) antes da escolha por peixes (19,2%), sendo que a população consome peixes em frequências discrepantes em diferentes regiões, mas em geral em baixa frequência, independentemente da origem do pescado e do poder aquisitivo da mesma.

### 3 | COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO MÚSCULO DO PESCADO E O VALOR NUTRICIONAL DOS RESÍDUOS

A carne de peixe se destaca por apresentar uma composição química peculiar que lhe confere alto valor biológico, proteína de alta digestibilidade, rico em aminoácidos essenciais, possuem proteínas com valor nutritivo ligeiramente superior das carnes vermelhas, além de serem fonte rica de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (ômega 3 e ômega 6) (SOARES & GONÇALVES, 2012; BURGER et al., 2014; MPA, 2014).

Quando se compara a carne bovina e a carne do pescado, esta última matriz alimentar é fonte de ácidos graxos poli-insaturados benéficos a saúde, principalmente, os alfa-linolênico 18:3 n-3 (ALA), eicosapentaenoico 20:5 n-3 (EPA) e Docosaenoico 22:6 n-3 (DHA) da família ômega-3. A ingestão desses ácidos graxos está correlacionada a diminuição dos níveis séricos de colesterol e fatores de risco para doenças como câncer, psoríase, cardiopatias e artrite (DECKELBAUM & TORREJON, 2012).

A carne do pescado é composta principalmente de água (50 a 85%), proteína (12 a 24%) e lipídios (0,1 a 22%), os 2% restantes são constituídos por minerais (0,8 a 2%), glicídios (0,1 a 3%) e vitaminas (BRITTO et al., 2014). Essa diferença na composição do músculo do pescado está relacionada aos tipos de espécies, tamanho, sexo, estado nutricional dos pescados, época do ano, quantidade e qualidade do alimento consumido, idade e da parte do corpo analisada (CORRÊIA et al., 2012; COSTA et al., 2014; YARNPAKDE et al., 2014).

Adames et al. (2014) avaliaram a composição centesimal de diferentes tamanho e cortes de Barbado (*Pinirampus pirinampu*) e foi constatado que houve diferença significativa entre os tamanhos e os tipos de cortes do peixe, a composição variou no que diz respeito ao teor de proteínas com valores oscilando de 18,80 a 20,37% para filés e de 15,89 a 15,45% para filés do abdominal, e o teor de lipídeos variou de 9,87 a 13,92% e 15,20 a 21,78%, para filés e filés do abdominal, respectivamente.

No entanto, nas indústrias beneficiadoras de pescado apenas 40% da produção é destinada para o consumo humano, e os outros 60% são responsáveis pela geração de subprodutos, como cabeças, vísceras, peles, cartilagens e nadadeiras, que muitas das vezes são descartadas no próprio meio ambiente, sem nenhuma destinação, causando graves problemas ambientais (CHALAMAIAH et al., 2012; GJERDE et al., 2012; THODESEN et al., 2012; MONTANHINI NETO & OSTRENSKY 2013).

Estes subprodutos possuem alto valor nutricional, que em alguns casos chega a ser superior até mesmo do que o próprio músculo do pescado. Santos (2016), estudou a composição centesimal de subprodutos como cabeças, vísceras, ossos, nadadeiras e outros de peixe, e obteve resultados para conteúdo de água (65,55 a 81,85%), proteínas (9,85 a 22,04%), lipídios (1,55 a 6,98%) e cinzas (2,52 a 6,50%), isso mostra que esses subprodutos são fontes de proteínas, lipídeos e minerais, e

que podem ser aproveitados de alguma forma para a alimentação humana.

Oliveira & Damasceno (2014) avaliaram a composição centesimal do filé e do resíduo da piramutaba (*Brachyplastystoma vaillantii*) a composição centesimal para o filé mostrou valores de umidade (78,03%), proteína (15,72%), lipídeo (5,83%) e cinza (0,74%). Já para os resíduos observou-se umidade (70,33%), proteína (14,32%), lipídeo (10,76%), cinza (1,54%). Portanto, a composição química entre o resíduo e o filé foi similar, a diferença observada foi relacionada ao teor de lipídeos, no entanto, a piramutaba é considerada uma espécie com alto teor lipídico.

## **4 | POTENCIAIS USOS E APROVEITAMENTOS DE RESÍDUOS GERADOS NO BENEFICIAMENTO DE PESCADO**

Durante a etapa de beneficiamento do pescado são gerados quantidades significativas de subprodutos, desde a produção até a comercialização, que muitas das vezes são descartas no próprio meio ambiente, provocando graves problemas ambientais. Isto é reflexo de um setor que ainda é bastante carente de técnicas de processamento que visem o aproveitamento para a obtenção de co-produtos de qualidade, minimizando assim os impactos ambientais (AGUIAR et al., 2015; BATISTA et al, 2019).

A destinação correta, como o aproveitamento do material residual do pescado gerado durante o beneficiamento do mesmo, além de sanar o grande problema da destinação dos resíduos orgânicos, material poluente e de difícil descarte, traz vantagens econômicas para a indústria, pois seu aproveitamento agrega valor a estes subprodutos, que antes não tinha valor e era descartado (LEITÃO & FAVACHO, 2015; SILVA et al., 2015).

Os subprodutos sólidos gerados durante a etapa de beneficiamento do pescado podem ser classificados em três grupos, o primeiro grupo são os resíduos que se destinam para a alimentação animal, o segundo se destinam para a alimentação humana e o terceiro se destinam para aplicações tecnológicas.

### **4.1 Destinação animal**

A maioria dos resíduos gerados pela indústria pesqueira são destinados a produção de farinha, óleo e silagem, advindos dos subprodutos como as vísceras, escamas, pele e esqueleto, incluindo a cabeça, que constituem o primeiro grupo que é comumente usada na alimentação animal (HIGUCHI, 2015; OLIVEIRA, 2015).

Higuchi (2015) produziu farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais, para utilização em dietas da Tilápia do Nilo. E demonstrou que as farinhas estudadas podem ser utilizadas em dietas para juvenis de tilápias do Nilo, sem prejudicar o desempenho produtivo e hematológico.

Oliveira (2015) extraiu óleos de diferentes tipos de resíduos da filetagem de

tilápias por meio de silagem ácida e desenvolveu farinhas. Assim, concluiu que o método utilizado de silagem ácida foi eficiente para a extração de óleo bruto de resíduos de peixe, a farinha obtida, teve umidade inferior a 9% e os resultados microbiológicos não detectaram presença de microrganismos nas silagens, óleos e farinhas dos tratamentos estudados. Por fim, o autor afirma que o óleo e as farinhas obtidas no processo são de alta qualidade, apresentando aplicabilidade na alimentação humana e animal, além de valorizar os coprodutos da pesca e reduzir praticamente a zero a geração de resíduos.

Silva et al. (2014) avaliaram o uso de resíduos de processamento de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), como fonte de proteínas para a produção de hidrolisado de proteínas de peixe (FPH). A composição de aminoácidos e o perfil lipídico, sugeriram que todos os FPHS experimentais poderiam ser empregados como fonte de proteínas em dietas para organismos aquáticos e outros animais de criação.

#### 4.2 Destinação humana

O segundo grupo, é constituído principalmente pela carcaça com carne aderida após a retirada do filé e pelas aparas obtidas durante filetagem, estes são submetidos a processos para obtenção da polpa de peixe, principal ingrediente na fabricação de empanados e embutidos, para uso na alimentação humana (BATISTA et al., 2019).

A carne mecanicamente separada é uma alternativa para o desenvolvimento de novos produtos, agregando valor nutricional no produto final, como é o caso dos “fishburger”, empanados, patê, embutidos, reestruturados, dentre outros (PIRES et al., 2014).

Fogaça et al. (2013) obtiveram surimi a partir de carne mecanicamente separada de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), para a elaboração de fishburger, o surimi apresentou teores de 75,44%, 14,81% e 7,15%, de umidade, proteína e lipídeos, respectivamente, demonstrando que o subproduto é uma boa fonte de proteína e lipídeos, e que podem ser utilizado na elaboração de fishburguer por apresentar os atributos sensoriais, nutricionais e microbiológicos desejáveis, além de estimular o aproveitamento dos coprodutos gerados na filetagem da Tilápia.

Monteiro (2013) desenvolveu farinhas e sopas instantâneas a partir de resíduos do processamento da Tilápia (*Oreochromis niloticus*), tanto as farinhas obtidas de diferentes subprodutos, quanto a formulação de sopa apresentaram valores que variaram de 38,52-49,22% de proteínas, 10,98-51,62% de lipídeos, 3,54-4,67% de cinzas, 3,02-7,84% de umidade e 0,85-21,84 de carboidratos. Os resultados demonstraram que tanto a farinha quanto a sopa instantânea, apresentaram elevados valores nutricionais e características tecnológicas promissoras, ressaltando que a utilização dessas matérias primas são alternativas viáveis para a produção de novos produtos com valores agregados e maximizando assim, o lucro da indústria pesqueira.

Oliveira et al. (2015) obtiveram a carne mecanicamente separada da etapa

da filetagem do bagre brasileiro (*Brachyplatystoma vaillantii*), para a elaboração de farinha deste subproduto. Os resultados sugeriram que a utilização do resíduo da filetagem do bagre brasileiro para a confecção de farinhas de peixe resultaram em um produto de alto valor nutricional, composto principalmente de ácidos graxos, os principais (palmítico, oleico, esteárico, palmitolico e mirístico) e aminoácidos como (ácido glutâmico, aspártico, arginina, lisina e leucina) e que este subproduto pode ser incrementado em outros alimentos para a suplementação de proteínas, além de contribuir para a redução de produção de resíduos na indústria de peixe.

Secci et al. (2017) estudaram a aplicação do processo da carne mecanicamente separada (CMS), para valorização do peixe Carapau (*Trachurus trachurus*), que geralmente é descartado para a elaboração de hamburguês do músculo picado. Assim, concluíram que a carne mecanicamente separada de Carapau pode ser um ingrediente de alta qualidade para adicionar em carnes de outras espécies de peixes, afim de obter novos produtos de peixes, como hamburguês, Nuggets ou até mesmo molhos, que representem um caminho para a valorização das espécies de descarte.

Villamil et al. (2017) realizaram uma revisão sobre a produção, potenciais aplicações e propriedades funcionais e bioativas de hidrolisados de proteína de vísceras de peixe. Os hidrolisados demonstraram ser produtos com alto valor agregado, devido às suas propriedades funcionais, bioativas e nutricionais, tendo potenciais aplicações, principalmente nas indústrias alimentícias e farmacêuticas.

Sales et al. (2015) fabricaram duas formulações de hambúrgueres utilizando a polpa de pescado de baixo valor comercial, para avaliar a aceitação e a preferência dos produtos. As duas formulações apresentaram percentual de intenção de compra superior a 80%, indicando que os produtos poderiam ser facilmente comercializados.

Noletto et al. (2017) utilizaram a proteína de peixe de baixo valor comercial como fonte proteica para a elaboração de biscoito do tipo caseiro. A análise sensorial obteve uma aceitação bastante satisfatória. As propriedades nutricionais do produto se apresentaram dentro do padrão para alimentos de alto valor proteico, como teores de umidade (13,42%), cinzas (0,67%), lipídeos (1,38%), proteínas (12,38%) e carboidratos (72,15), demonstrando condições higiênico-sanitárias, que proporcionam sua elaboração, além de ter obtido uma aceitação bastante satisfatória.

Mattos (2017) produziu salsichas a partir de filé e da carne mecanicamente separada de tilápia com a adição de extrato de bagaço de uva (*Alicante bouschet*) em pó, para verificar a qualidade microbiológica e estabilidade oxidativa do produto armazenado sob refrigeração durante 60 dias e foi verificado que não houve a ocorrência de oxidação lipídica em todas as amostras ao longo do tempo de armazenamento.

### 4.3 Aplicações tecnológicas

Dentre os estudos abordados sobre aproveitamento de resíduos para a destinação humana e animal, vale ressaltar a utilização desses resíduos para a

aplicação tecnológica, que é uma vertente que vem sendo muito explorada atualmente. Resíduos como a pele de peixe, proveniente da etapa de beneficiamento do pescado, vem sendo utilizada como matéria prima para a extração de gelatina. A produção de gelatina de peixe correspondeu apenas 1,5% do total produzido em 2007, embora cerca de 30% dos resíduos de processamento de peixe, pele, escamas e ossos sejam muito ricos em colágeno, precursor da gelatina (SILVA et al., 2017).

A gelatina é uma proteína fibrosa proveniente da hidrólise térmica parcial do colágeno que possui a capacidade de formar géis físicos termoreversíveis. Sua extração geralmente é realizada a partir de pele e ossos de bovinos e suínos, como também pode ser extraída de peles de peixes, como os resíduos provenientes da indústria pesqueira (BUENO et al., 2011).

Este material tem alto potencial tecnológico para a aplicação, principalmente na indústria alimentícia, como na produção de embalagens ativas e filmes biodegradáveis (YAO et al., 2017; NILSUWAN et al., 2018; SILVA et al., 2018). Assim como, na indústria farmacêutica, no uso da gelatina como transportador e/ou em mecanismos de liberação controlada de fármacos, que está baseada na fraca antigenicidade, biodegradabilidade, biocompatibilidade, bioatividade, ótimos agentes gelificantes, cinética de liberação eficiente e rentabilidade (CARO et al., 2016; CEBI et al., 2016; OLIVEIRA, 2017c).

O campo da ciência e engenharia de materiais também vem explorando o colágeno a partir de peles de peixe, pois utilizam para construções de matrizes/estruturas ou biomateriais. Jiang et al. (2016), estudaram o efeito da ultra-sonografia na formação de fibrila e propriedades do gel de colágeno da pele da Carpa-do-limo (*Ctenopharyngodon idellus*). Foi observado no estudo que a taxa fibrológica do colágeno pode ser aumentada durante o processamento por ultra-som. Além disso, em comparação com géis de fibrilas de colágeno não tratados, os géis de colágeno tratados ultrassonicamente eram de textura mais macia e tinham um tamanho de poros maior, juntamente com maior capacidade de promover a proliferação celular.

Li et al. (2017) desenvolveram uma estrutura de colágeno a partir da pele do “weever fish”, como substituto dural de tecidos. A estrutura demonstrou que teve uma porosidade e elasticidade adequados para evitar vazamento de fluidos, sugerindo potenciais aplicações em tecidos manipulados. Além disso, a estrutura mostrou excelente biocompatibilidade para a atividade e proliferação de células de fibroblastos embrionários de camundongos. Assim, a estrutura de colágeno de peixes como substituto dural, demonstrou uma capacidade de uso no campo da engenharia de tecidos.

Elango et al. (2016) realizaram a avaliação reológica, de biocompatibilidade e de esteogênese de andaimes/estruturas de colágeno a partir da cartilagem do tubarão azul (*Prionace glauca*). No estudo, tentou-se encontrar uma alternativa ao colágeno de mamíferos com melhor capacidade de esteogênese. E foi possível concluir, que a estrutura preparada a partir do colágeno de peixe possuía maior rigidez, menor

taxa de biodegradação, melhor biocompatibilidade e propriedades de osteogênese foram biomateriais adequados para a aplicação de engenharia de tecidos ósseo como alternativa as estruturas de colágeno de mamíferos.

Pal et al. (2016) estudaram a potencialidade de esponjas de colágeno como substituto de pele, a partir de escamas da carpa branca (*Cirrhinus cirrhosus*). Foi observado que a cultura celular in vitro sobre as esponjas de colágeno extraído mostraram crescimento e proliferação celular eficientes. Além disso, a co-cultura com células de fibroblastos e queratinócitos mostrou o desenvolvimento da camada epidérmica estratificada in vitro. Assim, o colágeno extraído mostrou potencial aplicação de cicatrização de feridas, podendo ter aplicabilidade como substituto dérmico.

Martins et al. (2015) avaliaram a produção e o índice de acidez de óleo obtido de diferentes tipos de resíduos da tilápia para a produção de biodiesel. Os resíduos utilizados foram as vísceras, nadadeiras, cabeça, pele, escama e a mistura desses resíduos. Os maiores valores de rendimentos de óleos foram de 22,02%, para vísceras e de 9,23% para as cabeças, sendo um rendimento considerável quando se trata de materiais que seriam descartados. O óleo obtido das vísceras apresentou acidez inadequada para a produção de biodiesel por transesterificação, exigindo um processo de neutralização para ser transformado em biodiesel. Os demais resíduos, com exceção do mix de resíduos, foram adequados para a transesterificação ácida e produção de biodiesel. O óleo de peixe tem potencial para a produção de biodiesel a partir de resíduos de processamento de tilápia, mostrando que é possível converter resíduos em biodiesel, que podem substituir total ou parcialmente o uso de diesel.

Martins et al. (2015) avaliaram o óleo obtido a partir de resíduos da tilápia que foi produzido por transesterificação, catalise básica e rota metílica e foi comparado com os parâmetros obrigatórios regulados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) para a comercialização do biodiesel. O biodiesel de peixe apresentou resultados para massa específica de 877 Kg/m<sup>3</sup>, os valores estabelecidos pela ANP é de (850-900 Kg/m<sup>3</sup>), para o conteúdo de água o valor obtido foi de 95 mg/Kg, a ANP estabelece valores até 500 mg/Kg, para valores de acidez o óleo apresentou 0,19 mg KOH/g, o máximo permitido é de até 0,50 mg KOH/g. Assim, o biodiesel de peixe apresentou características para ser usado em motor a diesel, e que está de acordo com as especificações estabelecidas pela ANP. O estudo mostrou a potencialidade dos resíduos de tilápia, para ser utilizada como matéria prima de qualidade na produção de biodiesel.

## **5 | GERAÇÃO DE RESÍDUOS COMESTÍVEIS E NÃO COMESTÍVEIS NO BENEFICIMENTO DE PESCADO NA INDÚSTRIA EM ESTUDO**

A industrialização do peixe envolve, basicamente, a sua obtenção, conservação,

processamento, embalagem, transporte e a comercialização. Os resíduos gerados no beneficiamento do peixe (cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne) podem representar 20-80% da matéria-prima utilizada, variando conforme as espécies e o processamento (GHALY et al., 2013).

Os tipos de processamento dos peixes são variáveis, podendo ser comercializado em filé, postas, eviscerado e inteiro ou processado em produtos prontos para o consumo (congelamento ou enlatamento). No estudo realizado por Lopes et al. (2016) sobre a preferência de processamento do pescado na hora da compra, os consumidores indicaram um 44,5% de aceitação do pescado fresco em filé e um 26,3% para o pescado congelado em filé, indicando a alta preferência do peixe processado em forma de filé.

Segundo Lima et al. (2012) a técnica de filetagem torna-se uma alternativa de beneficiamento, além de promover uma agregação de valor ao peixe. No entanto, por não existir um padrão desse processamento, há divergência em relação ao melhor método a ser empregado, ou seja, qual método proporciona o maior rendimento de filé e menor porcentagem de resíduos gerados, assim é considerado que a filetagem gera quantidades significativas de resíduos.

Diante do exposto, é apresentado na Figura 1, o fluxograma de processo de filetagem de peixe congelado, de uma indústria, em Vigia/PA, no qual foram levantadas todas as etapas do processamento primário e secundário do processo de filetagem do pescado (indicado com setas contínuas) e identificadas as etapas geradoras de resíduos (indicado com setas pontilhadas).

Na descarga/recepção, o peixe é colocado em sacos plásticos com capacidade para 500 kg e descarregados no trapiche, a temperatura do peixe, deve ser inferior a 5°C. Durante a descarga, são classificados, sendo identificados e separados por espécies e tamanho. As espécies majoritárias de peixe beneficiados são: dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*), pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) e piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*). Após a classificação, o peixe é pesado e levado para a linha de processamento e o excedente é levado até a câmara de espera, onde permanecerá a 5°C, por no máximo 24 h.

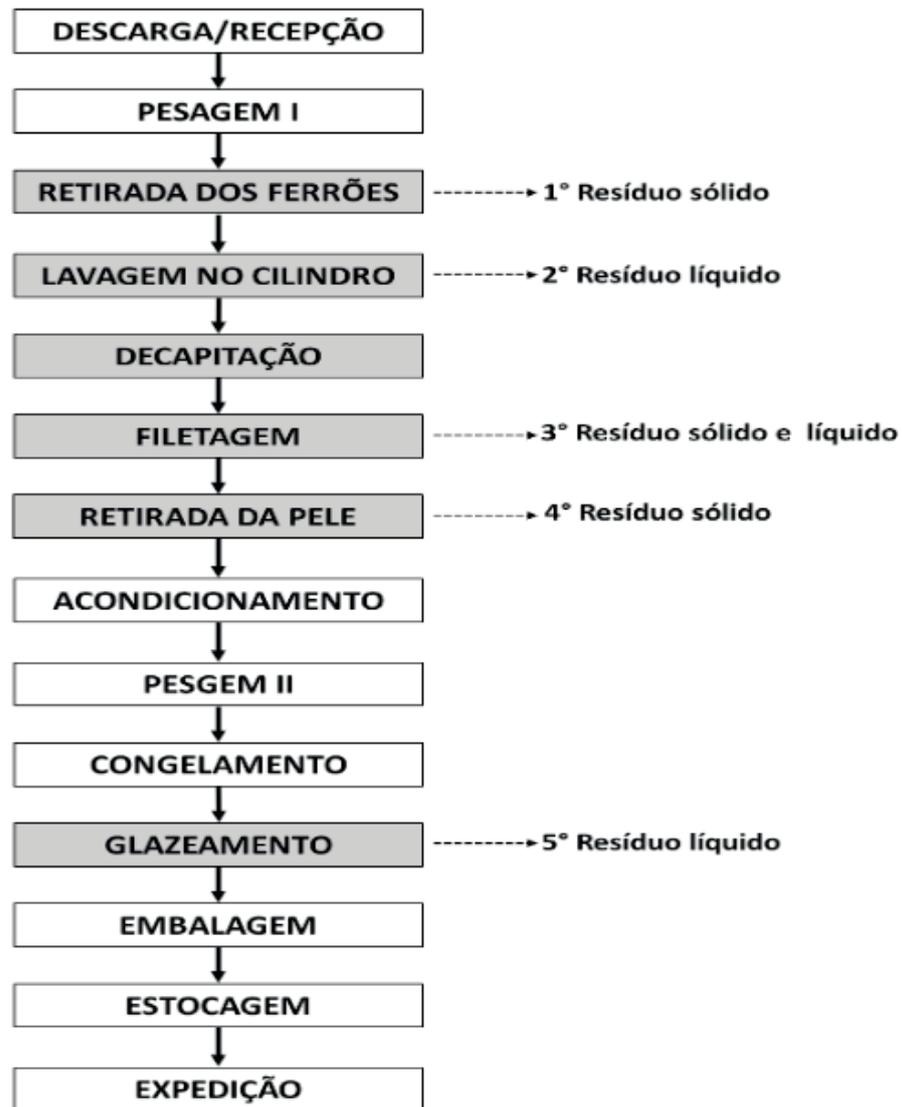


Figura 1. Fluxograma de processo de filetagem de peixe congelado, de uma indústria, em Vigia/PA, com a indicação do processamento (setas contínuas) e dos resíduos gerados (setas pontilhadas)

Depois de pesado, o peixe é colocado em uma mesa de aço inoxidável, onde é feito o corte dos ferrões, escamas, guelras e barbatanas. É uma etapa onde todas as atividades são realizadas manualmente utilizando facas, na qual é gerado uma grande quantidade de resíduos sólidos do beneficiamento do pescado (1º resíduo sólido não comestível gerado), e é colocado em seguida no cilindro giratório, onde o peixe recebe uma lavagem exaustiva com água gelada e clorada, com uma pressão suficiente para retirar a carga microbiana da superfície do pescado (2º resíduo sólido/líquido não comestível gerado).

Após a lavagem, o pescado é colocado sobre uma esteira rolante. A decapitação é realizada com serras de aço inoxidável acopladas à linha de processamento. As cabeças são recolhidas, lavadas e colocadas em bandejas e levadas para o túnel de congelamento, sendo que a cabeça do pescado não é considerada como resíduos, devido serem vendidas para servirem como iscas para a pesca.

Logo após a etapa de decapitação, o peixe é transportado para a mesa de

filetagem de aço inoxidável, dotada de torneiras individuais, onde manipuladores de alimentos executam os cortes necessários para extração da massa muscular do pescado (3º resíduo sólido/ líquido comestível e não comestível gerado). Os filés após o acabamento são colocados na esteira superior e conduzidos até um tanque contendo água gelada. Em seguida, a pele é retirada em máquinas de aço inoxidável de forma mecânica (4º resíduo sólido não comestível gerado). Os resíduos resultantes nas diferentes etapas são eliminados através de calhas localizada abaixo da linha de processamento, onde são conduzidos até o setor de recolhimento e tratamento de resíduos.

Em seguida, os filés são acondicionados em filme plástico, para proteção do produto contra a desidratação provocada pelo frio, e posteriormente são colocadas em prateleiras sobre rodas e levadas para a pesagem. Onde é realizada a verificação do rendimento de cada produto. Em seguida, o congelamento é realizado em túneis de ar forçado, a temperatura de -20 a -30 °C. Esta etapa ocorre em até 8h. A seguir, os filés são transportados por carrinhos metálicos para a sala de embalagem, onde a temperatura máxima do ambiente é 15 °C, em seguida são acondicionados em mesa de aço inoxidável, colocados em sacos plásticos e imersos em um tanque de aço inoxidável contendo água e gelo por um tempo inferior a 30 s para seu glazeamento (5º resíduo líquido não comestível gerado), para a proteção contra a desidratação durante a estocagem.

Na embalagem, os filés são acondicionados em sacos plásticos, com rotulagem, e acondicionado em caixas de papelão parafinada, com capacidade de peso líquido de 10 a 35 kg. Uma vez concluída a embalagem final, as caixas são transportadas para a câmara de estocagem e expedição do produto final, empilhadas a uma altura máxima de 10 (dez) caixas, para melhor circulação do ar frio. A temperatura é mantida entre -18 e -25°C. Finalmente, para a expedição dos produtos são utilizados caminhões isotérmicos frigorificados, que transportam a carga até o local de destino. O embarque é realizado de forma contínua, e a temperatura interior do peixe, no momento do embarque, obedece ao limite de -18°C.

## **6 | GERENCIAMENTO, TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS NO BENEFICIMENTO DE PESCADO NA INDÚSTRIA EM ESTUDO**

O setor de pesca e aquicultura ainda é carente de técnicas de processamento que visem o aproveitamento dos resíduos para a obtenção de subprodutos de qualidade, minimizando o impacto da produção de resíduos no ambiente. A criação de alternativas tecnológicas, que permitam o gerenciamento desses resíduos, pode resultar na geração de empregos, desenvolvimento sustentável e contribuir no combate à fome (PIRES et al., 2014; FAO, 2016). Na Figura 2 é apresentada a área

de tratamento dos resíduos gerados no processo de filetagem de peixe congelado de uma indústria, em Vigia/PA.

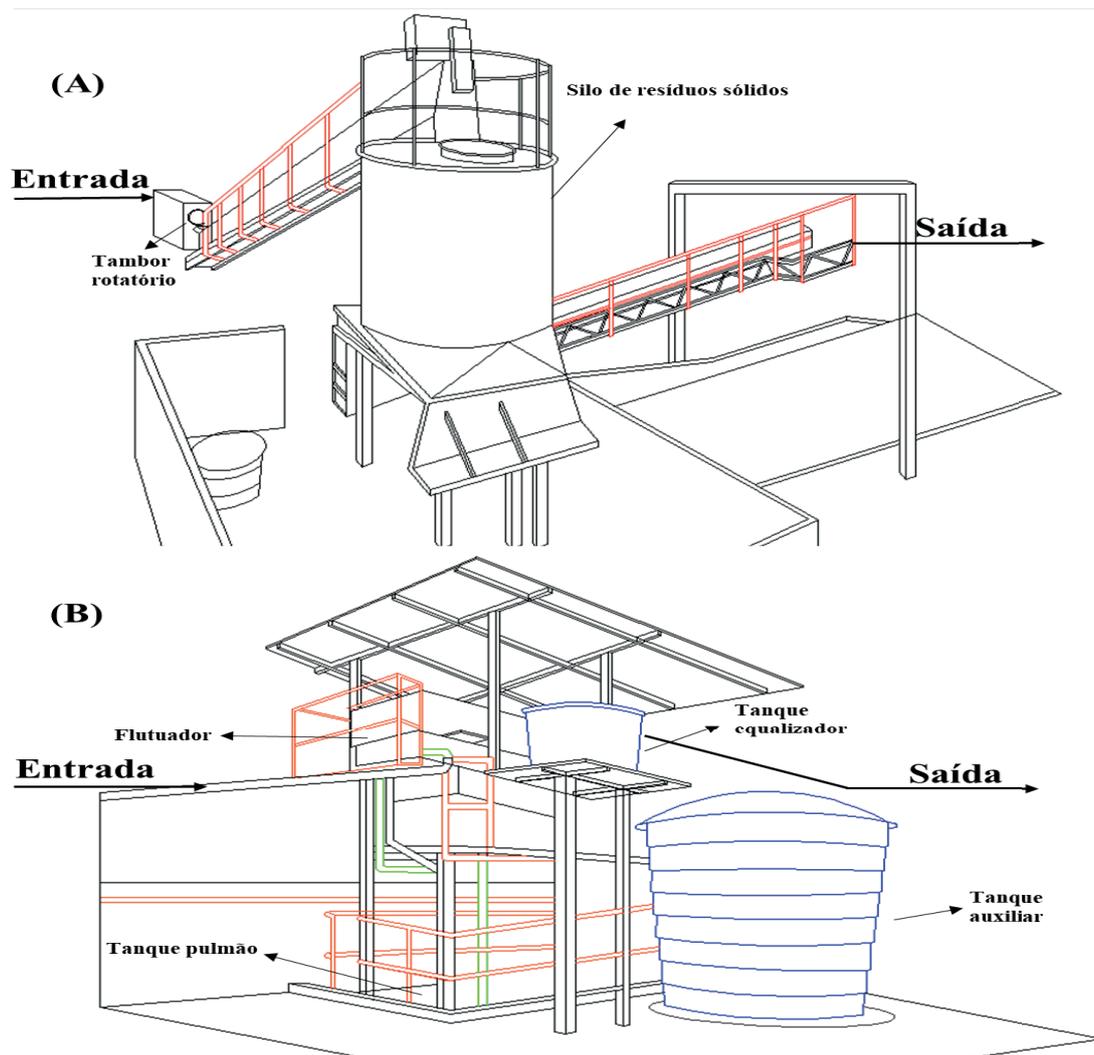


Figura 2. Esquema do tratamento dos resíduos sólido (A) e líquido (B) gerados no processo de filetagem de peixe congelado, de uma indústria, em Vigia/PA

Os resíduos gerados no processamento do pescado são inicialmente separados, assim os resíduos são depositados em um tambor rotatório, que separa os resíduos líquido, do sólido. Portanto, este último é transportado através de um transportador helicoidal ou caracol até o silo de resíduos sólidos, onde são armazenados e diariamente são retirados da empresa, utilizando para transporte um caminhão tipo “caçamba” e são levados até uma empresa, onde são utilizados para elaboração de ração para consumo animal.

Depois da separação dos resíduos sólidos/líquido, os efluentes líquido (combinação dos líquidos e resíduos arrastados pela água) são transportados até um tanque pulmão principal, logo vão até uma caixa auxiliar, que leva os efluentes até o tanque equalizador, para finalmente ser depositados em um flutuador, onde é realizado um tratamento físico, utilizando um sistema baseado no princípio de flutuação por ar dissolvido (Dissolved air flotation - DAF) que é comumente usada

no tratamento de efluentes líquido, em condições de ausência de agitação, a técnica baseia-se na diferença de densidade dos efluentes para separar a gordura da água por flotação. Normalmente é retirado entre 60 a 70% de gordura do rejeito líquido gerado. Então, finalmente o efluente é despejado no rio local e a gordura gerada é armazenada e utilizada na elaboração de subprodutos.

Geralmente esta técnica trazem a resultados interessantes, sendo que as características dos efluentes líquidos tratados cumprem as normas legais de descarga no meio ambiente. A DAF também é utilizada para tratar efluentes de águas da indústria de papel, a fim de remover as fibras perdidas no processo de produção. Manago et al. (2018) em seu estudo indicaram que a adição de um tratamento primário por DAF com o auxílio do coagulante melhorou as características do efluentes líquido, com uma eficiência de até 98% para remoção de sólidos em suspensão.

## 7 | CONCLUSÕES

Verificou-se que apesar da indústria em estudo apresentar tratamento dos resíduos, é importante adquirir um mecanismo eficiente no que diz respeito a separação desses subprodutos durante o processamento, como cabeça, pele, cartilagem, vísceras, o que facilitaria a destinação e a utilização dos mesmos nos diversos seguimentos abordados.

Segundo as propostas apresentadas é possível aproveitar de maneira integral o pescado, agregando valor a este subproduto, gerando maior renda a setor pesqueiro. Além de minimizar os impactos ambientais, decorrente do despejo indevido no meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ADAMES, M. S.; KRAUSE, R. A.; DAMASCENO, D. Z.; et al. Características morfológicas, rendimentos no processamento e composição centesimal da carne do barbado. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 2, p. 251–260, 2014.

AGUIAR, G. P. S.; LIMBERGER, G. M.; SILVEIRA, E. L. Alternativas tecnológicas para o aproveitamento de resíduos provenientes da industrialização de pescados. **Interdisciplinar: Revista Eletrônica da UNIVAR**, v. 1, n. 13, p. 153–164, 2015.

BATISTA, J. T. S.; ARAÚJO, C. S.; PEIXOTO JOELE, M. R. S.; SILVA JÚNIOR, J. O. C.; LOURENÇO, L. F. H. Study of the effect of the chitosan use on the properties of biodegradable films of myofibrillar proteins of fish residues using response surface methodology. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 20, 2019.

BRABO, M. F.; PEREIRA, L. F. S.; SANTANA, J. V. M.; CAMPELO, D. A. V.; VERAS, G. C. Cenário atual da produção de pescado no mundo, no brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura. **Acta Fisheries and Aquatic Resources**, v. 4, n. 2, p. 50–58, 2016.

**Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil 2011.** Brasília: República Federativa do Brasil. 2013.

BRITTO, A. C. P.; ROCHA, C. B.; TAVARES, R. A.; et al. Rendimento corporal e composição química do filé da viola (*Loricariichthys anus*). **Ciencia Animal Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 38–44, 2014.

BUENO, C. M.; ALVIM, I. D.; KOBERSTEIN, T. C. R. D.; PORTELLA, M. C.; GROSSO, C. Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 01, p. 65–73, 2011.

BURGER, J.; GOCHFELD, M.; BATANG, Z.; et al. Fish consumption behavior and rates in native and non-native people in Saudi Arabia. **Environmental Research**, v. 133, p. 141–148, 2014.

CARO, N.; MEDINA, E.; DÍAZ-DOSQUE, M.; et al. Novel active packaging based on films of chitosan and chitosan/quinoa protein printed with chitosan-tripolyphosphate-thymol nanoparticles via thermal ink-jet printing. **Food Hydrocolloids**, v. 52, p. 520–532, 2016.

CEBI, N.; DURAK, M. Z.; TOKER, O. S.; SAGDIC, O.; ARICI, M. An evaluation of Fourier transforms infrared spectroscopy method for the classification and discrimination of bovine, porcine and fish gelatins. **Food Chemistry**, v. 190, p. 1109–1115, 2016.

CHALAMAIAH, M.; DINESH KUMAR, B.; HEMALATHA, R.; JYOTHIRMAYI, T. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. **Food Chemistry**, v. 135, n. 4, p. 3020–3038, 2012.

CORRÊIA, V.; SILVA, L. P.; PEDRON, F. A.; et al. Fontes energéticas vegetais para juvenis de jundiá e carpa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 3, p. 693–701, 2012.

COSTA, T. V.; MACHADO, N. DE J. B.; BRASIL, R. J. M.; FRAGATA, N. P. Caracterização físico-química e rendimento do filé e resíduos de diferentes espécies de jaraqui (*Semaprochilodus* spp.). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 1, p. 35–47, 2014.

CRISTÓVÃO, R. O.; BOTELHO, C. M.; MARTINS, R. J. E.; LOUREIRO, J. M.; BOAVENTURA, R. A. R. Primary treatment optimization of a fish canning wastewater from a Portuguese plant. **Water Resources and Industry**, v. 6, p. 51–63, 2014.

DECKELBAUM, R. J.; TORREJON, C. The omega-3 fatty acid nutritional landscape: health benefits and sources. **Journal of Nutrition**, v. 142, n. 3, p. 587S–591S, 2012.

ELANGO, J.; ZHANG, J.; BAO, B.; et al. Rheological, biocompatibility and osteogenesis assessment of fish collagen scaffold for bone tissue engineering. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 91, p. 51–59, 2016.

FOGAÇA, F. H. S.; TRINCA, L. A.; BOMBO, Á. J.; SANT'ANA, L. S. Optimization of the surimi production from mechanically recovered fish meat (mrfm) using response surface methodology. **Journal of Food Quality**, v. 36, n. 3, p. 209–216, 2013.

GHALY, A. E.; RAMAKRISHNAN, V. V.; BROOKS, M. S.; BUDGE, S. M.; DAVE, D. Fish processing wastes as a potential source of proteins, amino acids and oils: a critical review. **Journal of Microbial & Biochemical Technology**, v. 5, n. 4, p. 107–129, 2013.

GJERDE, B.; MENGISTU, S. B.; ØDEGÅRD, J.; JOHANSEN, H.; ALTAMIRANO, D. S. Quantitative genetics of body weight, fillet weight and fillet yield in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 342–343, n. 1, p. 117–124, 2012.

HIGUCHI, L. H. **Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para Tilápia do Nilo**. Jaboticabal: UNESP, 2015. 105p. Tese Doutorado.

**IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS**

**RENOVÁVEIS.** Instrução Normativa nº 13, de 18 de dezembro de 2012. Publica a lista brasileira de resíduos sólidos. Diário Oficial da União, Seção 1. n. 245, p. 200-207, 20 dezembro 2012.

JIANG, Y.; WANG, H.; DENG, M.; et al. Effect of ultrasonication on the fibril-formation and gel properties of collagen from grass carp skin. **Materials Science and Engineering C**, v. 59, p. 1038–1046, 2016.

LEITÃO, B. R. G.; FAVACHO, M. C. Elaboração e avaliação nutricional da farinha da pele do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e utilização em produtos. **Revista de Extensão do IFAM**, v. 1, p. 65–70, 2015.

LI, Q.; MU, L.; ZHANG, F.; et al. A novel fish collagen scaffold as dural substitute. **Materials Science and Engineering C**, v. 80, p. 346–351, 2017.

LIMA, M. M.; MUJICA, C. P. I.; LIMA, M. A. Caracterização química e avaliação do rendimento em filés de caranha (*Piaractus mesopotamicus*). **Brazilian journal of food technology**, p. 41–46, 2012.

LOPES, I. G.; OLIVEIRA, R. G.; RAMOS, F. M. Perfil do consumo de peixes pela população brasileira. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 2, p. 62–65, 2016.

MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2014. Pescado na alimentação escolar. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/imprensa/noticias>>. Acesso em: 29 jun. 2019.

MATTOS, G. N. **Obtenção de salsicha de tilápia usando antioxidante natural a base de resíduos do processamento de uva.** Seropédica: UFRRJ, 2017. 70p. Dissertação Mestrado.

MONTEIRO, M. L. G. **Aproveitamento de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para elaboração de novos produtos com valor agregado.** Niterói: UFF, 2013. 178p. Tese Doutorado.

MANAGO, B. L.; VIDAL, C. M. DE S.; DE SOUZA, J. B.; NEVES, L. C.; MARTINS, K. G. Dissolved air flotation for fiber removal from clear water. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 2, 2018.

MARTINS, G. I.; SECCO, D.; ROSA, H. A.; et al. Physical and chemical properties of fish oil biodiesel produced in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 154–157, 2015.

MARTINS, G. I.; SECCO, D.; TOKURA, L. K.; et al. Potential of tilapia oil and waste in biodiesel production. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 42, p. 234–239, 2015.

MONTANHINI NETO, R.; OSTRENSKY, A. Nutrient load estimation in the waste of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) reared in cages in tropical climate conditions. **Aquaculture Research**, v. 46, n. 6, p. 1309–1322, 2013.

NILSUWAN, K.; BENJAKUL, S.; PRODPRAN, T. Physical/thermal properties and heat seal ability of bilayer films based on fish gelatin and poly (lactic acid). **Food Hydrocolloids**, v. 77, p. 248–256, 2018.

NOLETO, K. S.; SILVA, L. T. DE S.; LOPES, L. M. F.; et al. Evelopment and characterization of biscuit enriched with fish protein. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, n. 2, p. 69–77, 2017.

OLIVEIRA, J. M. **Géis de colágeno e gelatina do resíduo da tilápi (*Oreochromis niloticus*) para incorporação e liberação controlada in vitro da astaxantina.** Fortaleza: UFC, 2017. 114p. Dissertação Mestrado.

OLIVEIRA, I. S. DE; LOURENÇO, L. DE F. H. L.; SOUSA, C. L.; JOELE, M. R. S. P.; RIBEIRO, S. DA C. DO A. R. Composition of msm from brazilian catfish and technological properties of fish flour. **Food Control**, v. 50, p. 38–44, 2015.

- OLIVEIRA, L. M.; ROCHA, L. F.; GUERREIRO, S. L. M.; SANTOS, M. A. S. Comportamento da produção e do mercado de pescado no Brasil e no estado do Pará. **Centro Científico Conhecer-Goiania**, v. 13, n. 24, p. 152–166, 2017.
- OLIVEIRA, P. R.; DAMASCENO, J. M. B. Propriedades químicas e rendimento da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*, Valenciennes, 1840). **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 8, 2014.
- PAL, P.; SRIVAS, P. K.; DADHICH, P.; et al. Accelerating full thickness wound healing using collagen sponge of mrigal fish (*Cirrhinus cirrhosus*) scale origin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 93, p. 1507–1518, 2016.
- PIRES, D. R.; MORAIS, A. C. N. DE; COSTA, J. F.; GÓES, L. C. D. S. DE A.; OLIVEIRA, G. M. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p. 34–46, 2014.
- SANTOS, A. P. B. **Caracterização e aproveitamento do resíduo de pescado junto aos principais pontos de comercialização da Baixada Santista - SP**. Pirassununga: USP, 2016. 77p. Tese Doutorado.
- SALES, P. V. G.; SALES, V. H. G. S.; OLIVEIRA, Elisa Maria. Avaliação sensorial de duas formulações de hambúrguer de peixe. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, n. February, p. 17–23, 2015.
- SARTORI, A. G. D. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, n. 2, p. 83–93, 2012.
- SECCI, G.; BORGOGNO, M.; MANCINI, S.; PACI, G.; PARISI, G. Mechanical separation process for the value enhancement of atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus*), a discard fish. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 39, p. 13–18, 2017.
- SILVA, E. V. C. DA; LOURENÇO, L. DE F. H.; PENA, R. S. Optimization and characterization of gelatin from kumakuma (*Brachyplatystoma filamentosum*) skin. **CyTA - Journal of Food**, v. 15, n. 3, p. 361–368, 2017.
- SILVA, J. F. X.; RIBEIRO, K.; SILVA, J. F.; CAHÚ, T. B.; BEZERRA, R. S. Utilization of tilapia processing waste for the production of fish protein hydrolysate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 196, p. 96–106, 2014.
- SILVA, N. D. S. E.; HERNÁNDEZ, E. J. G. P.; ARAÚJO, C. D. S.; JOELE, M. R. S. P.; LOURENÇO, L. DE F. H. Development and optimization of biodegradable fish gelatin composite film added with buriti oil. **CYTA - Journal of Food**, v. 16, n. 1, p. 340–349, 2018.
- SILVA, R. A.; BONNAS, D. S.; SILVA, P. F. Aproveitamento dos resíduos gerados no processamento de postas de surubim (*pseudoplatystoma corruscans*) para elaboração de nuggets. **Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade**, v. 3, n. 2, 2015.
- SOARES, K. M. DE P.; GONÇALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado Seafood quality and safety. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 71, n. 1, p. 1–10, 2012.
- THODESEN, J.; RYE, M.; WANG, Y. X.; BENTSEN, H. B.; GJEDREM, T. Genetic improvement of tilapias in China: Genetic parameters and selection responses in fillet traits of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after six generations of multi-trait selection for growth and fillet yield. **Aquaculture**, v. 366–367, p. 67–75, 2012.
- VILLAMIL, O.; VÁQUIRO, H.; SOLANILLA, J. F. Fish viscera protein hydrolysates: Production, potential applications and functional and bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 224, p. 160–171,

2017.

YAO, Y.; DING, D.; SHAO, H.; PENG, Q.; HUANG, Y. Antibacterial activity and physical properties of fish gelatin-chitosan edible films supplemented with d-limonene. **International Journal of Polymer Science**, v. 2017, 2017.

YARNPAKDEE, S.; BENJAKUL, S.; PENJAMRAS, P.; KRISTINSSON, H. G. Chemical compositions and muddy flavour/odour of protein hydrolysate from Nile tilapia and broadhead catfish mince and protein isolate. **Food Chemistry**, v. 142, p. 210–216, 2014.

## RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA DE *LISTERIA MONOCYTOGENES* ISOLADAS DE DERIVADOS LÁCTEOS E PRODUTOS CÁRNEOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

### Luciana Furlaneto Maia

Docente do Programa de Pós- Graduação em Tecnologia em Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Londrina.

### Michely Biao Quichaba

Discente Programa de Pós- Graduação em Tecnologia em Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão.

### Tailla Francine Bonfim

Discente Programa de Pós- Graduação em Tecnologia em Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Campo Mourão.

**RESUMO:** *Listeria monocytogenes* é uma bactéria gram-positiva que pode ser isoladas de diferentes alimentos como, leite cru e pasteurizado, queijos, carne bovina, produtos cárneos crus e também de equipamentos e utensílios. Quando ingerida, pode causar a listeriose, levando inclusive à morte. O tratamento para listeriose consiste na antibioticoterapia e para se ter um bom prognóstico é importante que o tratamento seja eficaz. O objetivo do presente estudo foi compilar e analisar as publicações científicas sobre a ocorrência de resistência antimicrobiana de cepas de *L. monocytogenes* isoladas de derivados lácteos e produtos cárneos. Para isso foi realizado uma revisão de literatura sistemática sobre

e um total de 15 artigos foram incluídos nesta revisão. Nos estudos analisados, 60% desses verificaram que mais da metade das cepas isoladas dos alimentos, apresentaram resistência antimicrobiana a um ou mais antibióticos testados. Muitos estudos vêm indicando a resistência de *L. monocytogenes*, o que indica que este patógeno aparenta adquirir uma ampla variedade de genes de resistência a antibióticos, indicando um problema de saúde pública em termos de morbidade, mortalidade e custo dos tratamentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Listeriose; Resistência à antibióticos, Contaminação de alimentos.

### ANTIMICROBIAL RESISTANCE OF *LISTERIA MONOCYTOGENES* ISOLATED FROM DAIRY PRODUCTS AND MEAT PRODUCTS: A SYSTEMATIC REVIEW

**ABSTRACT:** *Listeria monocytogenes* is a gram-positive bacterium that can be isolated from different foods such as raw and pasteurized milk, cheese, beef, raw meat products as well as equipment and utensils. When ingested, it can cause listeriosis, even leading to death. Treatment for listeriosis is antibiotic therapy and to have a good prognosis it is important that the treatment be effective. The aim of the present study was to compile and analyze the scientific

publications on the occurrence of antimicrobial resistance of *L. monocytogenes* strains isolated from dairy products and meat products. For this, a systematic literature review was performed and a total of 15 articles were included in this review. In the studies analyzed, 60% of these found that more than half of strains isolated from food had antimicrobial resistance to one or more tested antibiotics. Many studies have been indicating resistance of *L. monocytogenes*, indicating that this pathogen appears to acquire a wide variety of antibiotic resistance genes, indicating a public health problem in terms of morbidity, mortality, and cost of treatments.

**KEYWORDS:** Listeriosis; Antibiotic resistance, Food contamination.

## INTRODUÇÃO

*Listeria monocytogenes* é uma bactéria gram-positiva e anaeróbica facultativa. Foi reconhecido como um patógeno em alimentos no ano 1981, após um surto canadense ligado a salada de repolho contaminada (ALLEN *et al.*, 2016). Alimentos contaminados com *L. monocytogenes* quando ingeridos por humanos suscetíveis podem levar à listeriose. Grupos de risco, que podem vir a desenvolver listeriose após ingestão do alimento contaminado, incluem: Idosos, gestantes, neonatos e indivíduos imunocomprometidos (YAN *et al.* 2019).

Nos últimos anos houve um aumento em indivíduos imunocomprometidos devido ao uso de terapias intensivas contra o câncer, terapias imunossupressoras, transplantes de órgãos e aumento do número de idosos. Em alguns países, a incidência de listeriose vem aumentando e a letalidade chega em até 30% dos casos (LUNGU, 2011).

Segundo MUÑOZ-GALLEGO *et al.* (2017) as manifestações clínicas da listeriose variam entre indivíduos, desde infecções moderadas, como diarreia, até infecções graves, como septicemia, meningite e aborto. Em pacientes perinatais, pode-se ocorrer a listeriose neonatal e a taxa de mortalidade é relativamente alta e chega de 20-40%.

*L. monocytogenes* possui tolerância a concentrações extremas de pH, temperatura e sal, podendo assim sobreviver a muitos processos de fabricação de alimentos. (SOSNOWSKI *et al.*, 2019). Além disso, cepas vêm sendo isoladas de diferentes alimentos como, leite cru e pasteurizado, queijos, produtos cárneos e também de equipamentos e utensílios (NOVAES *et al.*, 2014)

O consumo de alimentos prontos para consumo vem aumentando, devido ao estilo de vida da maioria da população, onde são preferíveis alimentos que sejam de fácil e rápido consumo, com isso, são consumidos crus ou com o minimamente processados. *L. monocytogenes* pode tolerar temperaturas frias e, portanto, possui um risco para a saúde, pois esses alimentos são normalmente armazenados em temperaturas de refrigeração. (JAMALIA e THONGA, 2014).

O aumento do uso de temperaturas de refrigeração para conservação de

alimentos permite o prolongamento da proliferação de *L. monocytogenes* em alimentos, por isso os derivados cárneos são alimentos sujeitos a proliferação (LUNGU et al., 2011). Assim como os derivados lácteos, como queijo e leite, estão sujeitos a atingir níveis potencialmente infecciosos, pois também possuem como temperatura de armazenamento, a refrigeração (MELERO et al., 2019).

A inativação térmica, como a pasteurização, é um dos principais processos comumente empregados para controlar a presença de *L. monocytogenes* durante o processamento de alimentos (KOMORA et al., 2017).

O tratamento para listeriose consiste na antibioticoterapia e para se ter um bom prognóstico é importante que o tratamento seja eficaz. A primeira escolha são os antibióticos  $\beta$ -lactâmicos, como ampicilina ou penicilina G, que podem ser de escolha única ou associados à aminoglicosídeos ou outras classes, dependendo de cada caso e conduta médica. Isolados de *L. monocytogenes* são suscetíveis a uma ampla gama de antibióticos, porém, ultimamente vem sendo observado um aumento na resistência antimicrobiana em cepas de origem alimentar (HAUBERT et al, 2015).

A resistência aos antimicrobianos vem aumentando e sendo causada pelo extensivo uso de antibióticos como promotor de crescimento em animais de criação e no tratamento médico de humanos ou animais. Essa resistência se dá por alguns mecanismos celulares primários e incluem o transporte ativo do antibiótico para fora da célula bacteriana, através de bombas de efluente, permeabilidade reduzida da membrana celular, modificação do sítio alvo ou inativação do antibiótico por degradação enzimática (ANNALEISE et al., 2018).

O objetivo do presente estudo foi avaliar publicações científicas sobre a ocorrência de resistência antimicrobiana de cepas de *L. monocytogenes* isoladas de alimentos derivados lácteos e produtos cárneos.

## METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão de literatura sistemática sobre a resistência de *L. monocytogenes* em produtos lácteos e alimentos cárneos. O recurso prático de análise foi a coleta de artigos disponibilizados na plataforma Science Direct e no banco de dados PubMed. A busca foi conduzida no período de Abril a Maio de 2019, utilizando a combinação dos descritores *Listeria monocytogenes*, resistência antimicrobiana, carne, derivados lácteos, leite e queijo e seus correspondentes na língua inglesa.

As publicações foram pré-selecionadas a partir dos títulos que mencionassem resistência antimicrobiana em *L. monocytogenes* presentes em alimentos cárneos ou lácteos. Em seguida, procedeu-se com a leitura da metodologia dos diversos estudos, a fim de selecionar aqueles que atendessem aos seguintes critérios, previamente especificados: estudos experimentais cuja metodologia envolvesse determinação

do perfil de sensibilidade da *L. monocytogenes* através de disco-difusão ou MIC, publicados no período de 2010 a 2019. Foram excluídos estudos repetidos entre as bases de dados, que não estivessem em inglês, que foram publicados em modelo de revisões, e analisaram outros tipos de alimentos que não fossem cárneos ou laticínios.

A análise dos estudos foi realizada a partir da sumarização das informações em instrumento contendo os itens: título, ano de publicação, amostra, local e período de coleta, metodologia utilizada, antibióticos testados, e principais resultados encontrados.

## RESULTADOS

Através da pesquisa foram identificadas 189 publicações científicas relacionadas à *L. monocytogenes* em alimentos. Cento e setenta e quatro artigos foram excluídos por abordarem outros tipos de alimentos, porque eram cartas, dissertação ou notas. Assim, um total de 15 artigos foram incluídos nesta revisão.

Uma sumarização está demonstrada na Tabela 1. Os estudos analisados foram desenvolvidos na Jordania, Irã, Índia, Brasil, Polónia, China, Tailândia, Espanha, Malásia, Canadá e Turquia, sendo a maioria realizados no Irã (4/15; 26,6%) e China (3/15; 13,3%).

As taxas de contaminação dos alimentos por *L. monocytogenes* encontradas nos estudos foram 50%; 1,09%; 9,30%; 18,60%; 11,70%; 10,40%; 5,50%; 5,30%; 15,40%; 3,80%; 16,40%; 20%; 33,30% e 5,30% para os estudos 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 e 15 respectivamente (Gráfico 1). O estudo 3 não apresenta uma taxa de contaminação pois as cepas testadas foram cedidas Laboratório Nacional Agropecuário do Rio Grande do Sul, e não isoladas de alimentos disponíveis para compra. Em relação a metodologia utilizada, 80% (12/15) dos estudos optaram pela disco-difusão para determinação do perfil de sensibilidade da *L. monocytogenes*.

Verificou-se que em 40% (6/15) dos estudos menos da metade ou nenhum dos isolados encontrados nos alimentos apresentaram resistência antimicrobiana. Dessa forma, 60% (9/15) dos estudos verificaram que mais da metade das cepas isoladas dos alimentos apresentaram resistência antimicrobiana a um ou mais antibióticos testados.

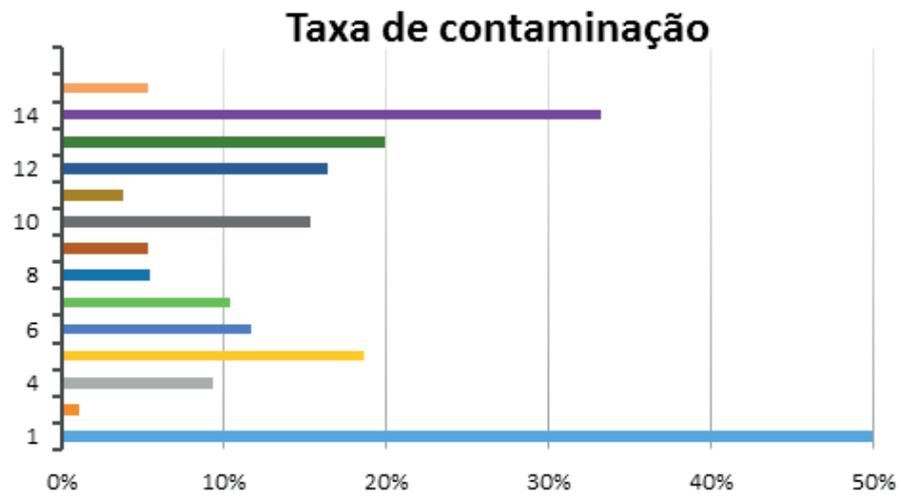


Gráfico 1. Taxas de contaminação encontradas nos artigos (enumerados de 1 a 15).

Dentre os antibióticos testados verificou-se uma prevalência no uso de Tetraciclina; seguido por Ampicilina, Penicilina e Penicilina G, Sulfametoxazol + Trimetoprima, Cloranfenicol, Gentamicina; Eritromicina e Vancomicina (Figura 1).

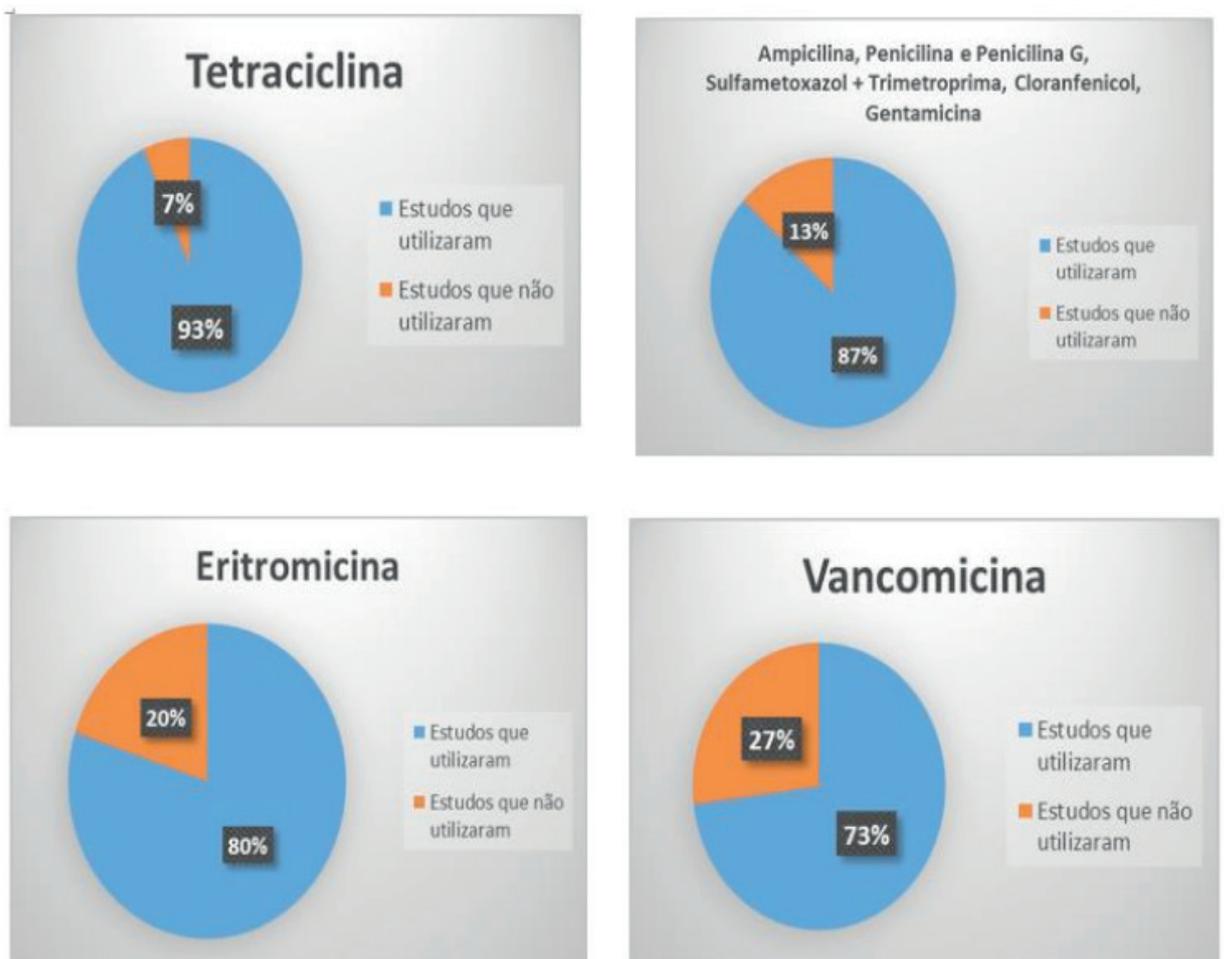


Figura 1. Antibióticos com maior prevalência nos estudos analisados.

	Título / Ano	Alimento / Local de coleta / Período	Metodologia	Resultados
	Prevalence of listeria spp. And antibiotic susceptibility of <i>Listeria monocytogenes</i> isolated from raw chicken and ready-to-eat chicken products in Jordan 2011	Frango cru em um matadouro na Jordânia e frangos prontos pra comer em pontos de vendas e restaurantes Não especificado	MIC	50% das cepas resistentes foram resistentes a tetraciclina
	Prevalence, virulence potential, and antibiotic susceptibility profile of <i>Listeria monocytogenes</i> isolated from bovine raw milk samples obtained from Rajasthan, India 2017	Leite cru bovino / Fazenda da Índia Maio de 2014 a Novembro de 2015	MIC	100% dos isolados foram resistentes a penicilina G, ceftriaxona, oxacilina, piperacilina.
3.	Antimicrobial resistance and investigation of the molecular epidemiology of <i>Listeria monocytogenes</i> in dairy products 2010	Produtos lácteos / Laboratório Nacional Agropecuário do Rio Grande do Sul - Brasil Não especificado	Disco-difusão	todos os isolados foram sensíveis a todos os antibióticos
4.	Prevalence and antimicrobial resistance of <i>Listeria</i> species isolated from milk and dairy products in Iran 2010	Leite e produtos lácteos / pontos de venda no Irã Março de 2007 a Setembro de 2009	Disco- difusão	mais de 50% foram resistentes ao ácido nalidíxico
5.	Prevalence, characterisation, and antimicrobial resistance of <i>Listeria</i> species and <i>Listeria monocytogenes</i> isolates from raw milk in farm bulk tanks 2013	Leite cru / Fazendas do Iran Setembro de 2008 a Agosto de 2010	Disco-difusão	menos de 50% foram resistentes a penicilina G e tetraciclina
6.	The prevalence and antimicrobial resistance of <i>Listeria</i> spp in raw milk and traditional dairy products delivered in Yazd, central Iran (2016) 2018	Leite e produtos lácteos / pontos de venda no Irã Não especificado	Disco-difusão	mais de 50% foram resistentes a tetraciclina, cloranfenicol e penicilina
7.	Drug-susceptibility, biofilm-forming ability and biofilm survival on stainless steel of <i>Listeria</i> spp. Strains isolated from cheese 2019	Queijos/supermercados na Polónia Período de 2 meses (ano não especificado)	Disco-difusão	menos de 50% foram resistente a penicilina e eritromicina
8.	Prevalence, antimicrobial resistance and genetic diversity of <i>Listeria monocytogenes</i> isolated from chilled pork in Nanjing, China 2015	Carne de porco refrigerada / mercado a céu aberto e supermercados na China Não especificado	Disco-difusão	menos de 50% foram resistentes a cloranfenicol e amicacina
9.	Prevalence, genetic diversity and antimicrobial resistance of <i>Listeria monocytogenes</i> isolated from ready-to-eat meat products in Nanjing, China 2014	Carnes prontas pra consumo/ mercados na China Abril de 2013 a dezembro de 2013	Disco-difusão	100% foram resistentes ao sulfametoxazol trimetoprima ; menos de 50% foram resistentes ao cloranfenicol, ciprofloxacina e tetraciclina

10.	Prevalence of <i>Listeria monocytogenes</i> in raw meats marketed in Bangkok and characterization of the isolates by phenotypic and molecular methods.	Amostras de carne crua / mercados em Bangkok - Tailândia Abril a novembro de 2007	Disco-difusão	todos os isolados foram sensíveis a todos os antibióticos
2011				
11.	Prevalence and antimicrobial resistance of <i>Listeria monocytogenes</i> and <i>Salmonella</i> strains isolated in ready-to-eat foods in eastern Spain	Produtos lácteos e cárneos / Espanha 2006 e 2012	Disco-difusão	menos de 50% das amostras testadas foram resistentes amicacina, sulfametoxazol trimetoprima , tetraciclina, cefalotina, ciprofloxacina e vancomicina
2015				
12.	Mpn-PCR detection and antimicrobial resistance of <i>Listeria monocytogenes</i> isolated from raw and ready-to-eat foods in Malaysia	Produtos cárneos / mercados na Malasia Não especificado	Disco-difusão	100% dos isolados foram resistentes a penicilina g e ampicilina; mais de 50% foram resistentes a tetraciclina e rifampicina
2012				
13.	Occurrence and characterization of <i>Listeria</i> spp. In ready-to-eat retail foods from Vancouver, British Columbia	Carnes prontas pra consumo e peixe / Canada Setembro a outubro 2010	Disco-difusão	mais de 50% dos isolados foram resistentes a cefoxitina, ácido nalidixico e clindamicina
2012				
14.	Prevalence and antimicrobial resistance patterns of <i>Listeria</i> species isolated from poultry products marketed in iran	Produtos avícolas crus, prontos para cozinhar (rtc) e prontos para consumo em pontos de venda no Irã Abril de 2010 a março de 2011	Disco-difusão	mais de 50% dos isolados foram resistentes a ampicilina e penicilina
2012				
15.	Presence and antibiotic resistance of <i>Listeria monocytogenes</i> in raw milk and dairy products	Leite cru, queijo branco e manteiga / Turquia Outubro de 2012 e março de 2013	Disco- difusão	mais de 50% das cepas testadas foi sensível a todos os antibióticos
2018				

Tabela 1. Sumarização dos estudos incluídos nesta revisão.

## DISCUSSÃO

A primeira cepa de *L. monocytogenes* resistente a antimicrobianos foi detectada em 1988, e desde então vem sendo identificada com mais frequência (WANG *et al.*, 2013).

A metodologia utilizada por praticamente todos os estudos, exceto dois estudos, foi disco-difusão, que é uma metodologia eficaz, e alternativa aos métodos automatizados. A taxa de difusão do antimicrobiano através do ágar depende das propriedades de difusão e solubilidade do fármaco em ágar Mueller-Hinton e do peso molecular do composto antimicrobiano. Cada antimicrobiano assim resulta, tendo um tamanho de zona de inibição único. Sendo assim, possível por esse método, avaliar a resistência de microorganismos a antimicrobianos (HUDZICKI, 2010).

Pode-se observar que 60% dos estudos apresentados na tabela 1, verificaram

que mais da metade das cepas isoladas dos alimentos apresentaram resistência antimicrobiana a um ou mais antibióticos testados. O uso dos antimicrobianos vem aumentando a cada dia, sendo utilizados para profilaxia e tratamento de controle de doenças infecciosas em animais e humanos, assim como para o aumento do crescimento de animais, por produtores de alimentos na maioria dos países, incluindo o Japão, o que causa grande preocupação, pois a população está cada dia mais exposta aos antibióticos, seja pela necessidade de tratamento ou pela presença na carne consumida (MAUNG A *et al.*, 2018).

A antibioticoterapia necessária para o tratamento da listeriose tem como escolha de uso inicial os medicamentos, Ampicilina e Penicilina e podem ser utilizados em associações com os antimicrobianos gentamicina ou sulfametoxazol + trimetoprima (VASCONCELOS *et al.*, 2016). Ambos, antimicrobianos foram testados em 86,6% dos estudos apresentados na tabela 1. O antimicrobiano Gentamicina não apresentou cepas resistentes em nenhum estudos, sendo um resultado muito satisfatório, os antimicrobianos Ampicilina e Sulfametoxazol + Trimetropina apresentaram cepas resistentes em apenas dois estudos (13%). Porém, o antimicrobiano Penicilina, apresentou cepas resistentes em seis estudos (40%), sendo um dado preocupante por ser um dos antibióticos de primeira escolha para o tratamento da listeriose.

O antimicrobiano vancomicina é um dos tratamentos de primeira escolha para gestantes (WANG *et al.*, 2013). Foi testado em 10 dos estudos citados na tabela 1 e em apenas um estudo foram encontradas cepas resistentes, sendo em menos que 50% das cepas. Apesar de ter sido encontrado em apenas um estudo, o dado já é preocupante pelo fato de ter sido encontrada resistência antimicrobiana a esse antibiótico.

O antimicrobiano Tetraciclina foi investigado em 93,3% dos estudos e apresentou resistência em 50% desses. Segundo GOMEZ *et al.* (2014), a incidência de resistência à tetraciclina é comumente encontrada. A eficácia da tetraciclina vem diminuindo nas últimas décadas, devido à existência generalizada de genes de resistência, possivelmente devido ao uso prolongado desses antimicrobianos em seres humanos e como promotores de crescimento em animais.

Segundo DESAI *et al.* (2019), *L. monocytogenes* tem a capacidade de formar biofilmes e crescer em temperatura de refrigeração, o que pode explicar o crescimento desse microrganismo nos alimentos estudados, derivados lácteos e carnes, que são armazenados em temperatura refrigerada. Gerando grande preocupação, pois mesmo sendo armazenados na temperatura correta para conserva-los, os mesmo estão sujeitos à contaminação e proliferação desse patógeno.

Muitos estudos vêm indicando a resistência de *L. monocytogenes* isoladas em todo o mundo, o que indica que este patógeno aparenta adquirir uma ampla variedade de genes de resistência a antibióticos, muitos dos quais podem vir de organismos comensais encontrados em alimentos e áreas de cultivo de alimentos e processamentos.

Esse achado é preocupante e sugere que a resistência em isolados humanos clínicos possa surgir em um futuro próximo (LUNGU *et al.*, 2011). A resistência antimicrobiana em patógenos bacterianos e a proliferação de patógenos resistentes através da cadeia alimentar indica um problema de saúde pública, em termos de morbidade, mortalidade e custo dos tratamentos (MAUNG A *et al.*, 2018).

## CONCLUSÃO

A resistência antimicrobiana de cepas de *L. monocytogenes* em derivados lácteos e carnes é preocupante, principalmente por serem alimentos de alto consumo por toda a população. Representa um problema de saúde pública a nível mundial, visto que os estudos foram feitos em vários países. Ações devem ser realizadas por órgãos governamentais para controle do uso de antimicrobianos para crescimento de animais e uso não racional pela população a fim profilático e terapêutico para infecções. Há grande necessidade de programas de vigilância em todo mundo para monitorar informações epidemiológicas sobre esse patógeno.

## REFERÊNCIA

AKRAMI-MOHAJERIA, F. et al. The prevalence and antimicrobial resistance of *Listeria* spp in raw milk and traditional dairy products delivered in Yazd, central Iran (2016). **Food and Chemical Toxicology**. v. 114, p. 141–144. 2018.

AKSOY, A.; SEZER, Ç.; VATANSEVER, L.; GÜLBAZ, G. Presence and antibiotic resistance of *Listeria monocytogenes* in raw milk and dairy products. **Journal Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi**. v.24, p. 415-421. 2018.

ALLEN, J. K. et al. *Listeria monocytogenes* an examination of food chain factors potentially contributing to antimicrobial resistance. **Food Microbiology**. v.54, p.178- 189. 2016.

ANNALEISE, W.; GRAY J., CHANDRY, P. S.; FOX, E. M. Phenotypic and Genotypic Analysis of Antimicrobial Resistance among *Listeria monocytogenes* Isolated from Australian. **Food Production Chains**. 2018.

DESAI, A. N.; ANYOHA, A.; MADOFF, L. C.; LASSMANN, B. Changing epidemiology of *Listeria monocytogenes* outbreaks, sporadic cases, and recalls globally: A review of ProMED reports from 1996 to 2018. **International Journal of Infectious Diseases**. v. 84, p. 48-53. July. 2019.

DOMENECH, E. et al., Prevalence and antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* strains isolated in ready-to-eat foods in eastern Spain. **Food Control**. v. 47, p.120–125 . January. 2015.

FALLAH, A. et al. Prevalence and antimicrobial resistance patterns of *Listeria* species isolated from poultry products marketed in Iran. **Food Control**. v.28. p. 327–332. December. 2012.

GÓMEZ, D. et al. Antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* from meat products and meat-processing environment. **Food Microbiology**. v. 42, p. 61-65. September. 2014.

HAUBERT, L. et al. *Listeria monocytogenes* isolates from food and food environment harbouring tetM

and ermB resistance genes. **Letters in Applied Microbiology**. The Society for Applied Microbiology. v. 62, p.23-29. 2015.

HUDZICKI, J. Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol. American Society for Microbiology. 2010. Acesso em < <https://www.asm.org/getattachment/2594ce26-bd44-47f6>.

INDRAWATTANA, N. et al. Prevalence of *Listeria monocytogenes* in Raw Meats Marketed in Bangkok and characterization of the isolates by phenotypic and molecular methods. **J. health popul nutr.** v.29, n.1, p. 26-38. 2011.

JAMALI, H.; RADMEHR, B.; THONG, K. L. Prevalence, characterisation, and antimicrobial resistance of *Listeria* species and *Listeria monocytogenes* isolates from raw milk in farm bulk tanks. **Food Control.** v. 34, p. 121-125.2013.

JAMALIA, H.; THONGA, K. L. Genotypic characterization and antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* from ready-to-eat foods. **Food Control.** v. 44, p. 1 - 62. 2014.

KOMORA, N. et al. Survival of *Listeria monocytogenes* with different antibiotic resistance patterns to food-associated stresses. **International Journal of Food Microbiology.** v. 245, p. 79–87. 2017

KOVACEVIC, J.; MESAK, L.; ALLEN, K. Occurrence and haracterization of *Listeria* spp. In ready-to-eat retail foods from Vancouver, British Columbia. **Food microbiology.** v. 30, p. 372-8. June. 2012.

LUNGU, B. et al. *Listeria monocytogenes*: Antibiotic Resistance in Food Production. **Foodborne Pathogens and Disease.** v. 8, p. 569–578. 2011.

MARIAN, M.N. et al. MPN-PCR detection and antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* isolated from raw and ready-to-eat foods in Malaysia. **Food Control.** v. 28, p. 309-314. May. 2012.

MAUNG A. T. et al. Antimicrobial Resistance profiles of *Listeria monocytogenes* isolated from chicken meat in Fukuoka. **International Journal of Food Microbiology.** Japan, v. 304, n. 2 , p. 49-57. September. 2018

MELERO, B. et al. *Listeria monocytogenes* colonization in a newly established dairy processing facility. **International Journal of Food Microbiology.** , v. 289, n.16, p. 64-71. January. 2019.

MUÑOZ-GALLEGO, I. et al. *Listeria monocytogenes* bacteraemia over an 11-year period: clinical and epidemiologic characteristics in the south area of Madrid. **J. Infect.** v.75. p.276-278. 2017.

NES, F. et al. Antimicrobial resistance and investigation of the molecular epidemiology of *Listeria monocytogenes* in dairy products. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.** V.43. p. 382-385. 2010.

NOVAES, S. F. et al. *Listeria* sp. in beef carpaccio and resistance profile to antimicrobial agents. **Arq. Inst. Biol.**, v.81, n.4, p. 309-314, São Paulo, 2014.

OSAILI, T. M.; ALABOUDI, A.R.; NESIAR, E.A. Prevalence of *Listeria* spp. and antibiotic susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolated from raw chicken and ready-to-eat chicken products in Jordan. **Food Control.** v. 22, p. 586-590. March–April 2011.

RAHIMIA, E.; AMERIB, M.; MOMTAZC, H. Prevalence and antimicrobial resistance of *Listeria* species isolated from milk and dairy products in Iran. **Food Control.** v.21, p. 1448–1452. 2010.

SHARMA, S. et al. Prevalence, virulence potential, and antibiotic susceptibility profile of *Listeria monocytogenes* isolated from bovine raw milk samples obtained from Rajasthan, India. **Foodborne pathogens and disease.** v.14, n. 3, 2017.

- SKOWRONA, K. et al. Drug-susceptibility, biofilm-forming ability and biofilm survival on stainless steel of *Listeria* spp. strains isolated from cheese. **International Journal of Food Microbiology**. v. 296, p.75–82. 2019.
- SOSNOWSKI, M. et al. Antimicrobial resistance and genotypic characteristics of *Listeria monocytogenes* isolated from food in Poland. **International Journal of Food Microbiology**. v. 289, p. 1-6. 2019.
- VASCONCELOS, V. et al. Occurrence and antimicrobial resistance patterns of *Listeria monocytogenes* isolated from vegetables. **Brazilian Journal of Microbiology**. v. 47, p. 438-443. April–June. 2016.
- WANG, G. et al. Prevalence, genetic diversity and antimicrobial resistance of *Listeria monocytogenes* isolated from ready-to-eat meat products in Nanjing, China. **Food Control**. v. 50, p. 202- 208. 2015.
- WANG, X. M. et al. Occurrence and antimicrobial susceptibility of *Listeria monocytogenes* isolates from retail raw foods. **Food control**. v.32, p.153-158. 2013.
- YAN, S. et al. Susceptibility (re)-testing of a large collection of *Listeria monocytogenes* from foods in China from 2012 to 2015 and WGS characterization of resistant isolates. **Journal of Antimicrobial Chemotherapy**. April, 2019.

## SCOBY (SYMBIOTIC CULTURE OF BACTERIA AND YEAST): TENDÊNCIAS EM SUCOS E EXTRATOS VEGETAIS

### **Daiane Costa dos Santos**

Universidade Federal de Goiás, UFG, Goiânia, Goiás.

### **Isabelle Bueno Lamas**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, Goiás.

### **Josemar Gonçalves Oliveira Filho**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, Araraquara, SP.

### **Mariana Buranelo Egea**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, Goiás.

**RESUMO:** Culturalmente, o SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) tem sido cultivado e consumido por pessoas em suas residências mostrando que o baixo custo e a praticidade estão entre as suas principais vantagens. Dentre os SCOBYs mais conhecidos, estão o kefir (“grãos”) e a kombucha (“chapéu”). Ambos, são uma simbiose de micro-organismos (bactérias e leveduras) que estão aprisionados em uma matriz polimérica, a kefirana no caso do kefir e a celulose para o kombucha. Além dos efeitos benéficos que eles podem promover ao serem incluídos na dieta humana que tem sido discutidos na literatura, eles também promovem processos

fermentativos que alteram positivamente as características sensoriais do substrato, assim como sua composição química. O objetivo deste capítulo foi fornecer informações científicas sobre o processo fermentativo, a composição nutricional e os potenciais efeitos benéficos do kefir e da kombucha.

**PALAVRAS-CHAVE:** kefir, kombucha, potencial probiótico, desenvolvimento de novos produtos

## SCOBY (SYMBIOTIC CULTURE OF BACTERIA AND YEAST): TRENDS IN JUICES AND VEGETABLE EXTRACTS

**ABSTRACT:** Culturally, the Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (SCOBY) has been cultivated and consumed by people in their residences showing that low cost and practicality are among its main advantages. Among the most well-known SCOBYs are kefir (“grains”) and kombucha (“hat”). They are a symbiosis of microorganisms (bacteria and yeast) that are trapped in a polymeric matrix, kefiran for kefir and cellulose for kombucha. In addition to the beneficial effects they can promote by being included in the human diet that has been discussed in the literature, they also promote fermentative processes that positively alter the sensory characteristics of the substrate as

well as its chemical composition. The purpose of this chapter was discuss scientific information about fermentation process, nutritional composition and potential beneficial effects of the kefir and kombucha beverages.

**KEYWORD:** kefir, kombucha, potential probiotic, new product development

## 1 | INTRODUÇÃO

É indiscutível que a má escolha no momento da alimentação é um dos fatores que pode contribuir para o aparecimento de doenças crônico-degenerativas no ser humano. Enquanto isso, estudos epidemiológicos mostram que o aumento do consumo de alimentos de origem vegetal influencia positivamente à saúde, enquanto, estudos *in vitro* e *in vivo* elucidaram os mecanismos pelos quais compostos bioativos, presentes nos alimentos, atuam na manutenção da saúde e na redução do risco de doenças (BASTOS; ROGERO; AREAS, 2009). Isso faz com que atualmente os consumidores busquem alimentos que contenham propriedades funcionais, ou seja, quando consumidos produzem efeitos metabólicos, fisiológicos e/ou benéficos à saúde sendo classificados conforme a presença de componentes bioativos (PANDEY; NAIK; VAKIL, 2015).

Os probióticos são micro-organismos vivos que quando consumidos em quantidades adequadas, conferem benefício à saúde, como melhora na absorção de nutrientes, na funcionalidade ao sistema imunológico pela excreção de subprodutos funcionais no organismo humano como substâncias antimicrobianas (DOGAN; TEIKINER; DEMIRKESENBIÇAK, 2019), aumentam a proteção ao trato gastrintestinal (resistência ao suco gástrico ácido, suco pancreático básico, lisozima e ácido biliar), e a capacidade de auto agregação e formação de flora normal de sustentação não patogênico (GUT et al., 2018), entre outras.

A fermentação microbiana é um processo amplamente conhecido e quando realizado além de contribuir com a preservação também resultam em sabor agradável, aroma, textura, valores nutritivos melhorados, e boa manutenção da qualidade sob condições ambientais (LAW et al., 2011).

SCOPY (ou SCOBAY) é uma simbiose que contém bactérias e leveduras vivendo em sinergia e são utilizadas para a produção de alimentos e bebidas. O alimento produzido poderá conter micro-organismos que tem mostrado ações benéficas no organismo humano. A fermentação com SCOPY é importante na produção de características sensoriais como aroma e sabor atrativos no produto final como acontece no kefir e na kombucha. O kefir tem sido utilizado na fermentação de substratos como sucos e leite, enquanto a kombucha tradicionalmente é utilizada para fermentar chás. Os grãos (estrutura de polissacarídeo chamada kefiriana) de kefir contém bactérias de ácido lático, bactérias de ácido acético, leveduras e fungos (FIORDA et al., 2017; ERDOGAN et al., 2019). Enquanto isso, a kombucha contém espécies de *Gluconacetobacter*, incluindo *Gluconacetobacter xylinum* e

várias leveduras, tais como os gêneros de *Brettanomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces* e *Pichia*. As mais importantes dessas espécies são aquelas que produzem celulose bacteriana, como o *Komagataeibacter xylinus*, que foi recentemente reclassificado de *Gluconacetobacter xylinus* (conhecido anteriormente como *Acetobacter xylinum*) (MARSH et al., 2014).

O objetivo deste capítulo foi esclarecer a produção e as características de bebidas de origem vegetal utilizando kefir e kombucha.

## 2 | KEFIR

### 2.1 Composição e processo fermentativo

Kefir, também conhecido como quefir, tibicos e cogumelos tibetanos, é uma mistura de micro-organismos que teve sua origem das montanhas Caucasianas da Rússia. A biomassa (ou “grãos”) é descrita como uma associação simbiótica de bactérias ácido-láticas e ácido-acéticas, fungos e leveduras, que são envolvidas por polissacarídeo denominado kefirana. O tamanho dos “grãos” pode variar de 0,5-3,5 cm de diâmetro, com formato irregular e, são de cor amarelado ou esbranquiçado dependendo do substrato onde foi cultivado (leite, açúcar mascavo ou suco) (Figura 1A) (GAWARE et al., 2011).



Figura 1. Biomassa (“grãos”) (A), bebida sendo fermentada por kefir (B), biofilme (“chapéu”) (A) e bebida fermentada (B) de kombucha

A composição microbiana da biomassa pode diferir conforme a região de origem, o tempo de utilização, a manipulação, o meio de cultivo e o substrato utilizado para proliferação da biomassa (WITTHUHN; SCHOEMAN; BRITZ, 2005). Embora a biomassa contenha micro-organismos probióticos, a literatura não o relata como tal, já que para isso, a espécie responsável pela ação benéfica deveria ser isolada, identificada e sua ação comprovada. Na biomassa pode conter espécies dos gêneros

Leuconostoc, Lactococcus e Acetobacter com produção de ácido láctico, etanol e dióxido de carbono. *Lactococcus lactis* é um importante micro-organismo probiótico e que geralmente compõe a cultura kefir (CHEN; WANG; CHEN, 2008; WITTHUHN; SCHOEMAN; BRITZ, 2005).

O kefir de água ou kefir açucarado é preparado com uma solução de sacarose (Figura 1B) com ou sem extrato de frutas (SCHNEEDORF, 2012). Neste meio, o metabolismo de *Saccharomyces* e outras leveduras fermentativas são estimuladas, e isso pode aumentar o teor de álcool no produto final e estimular o crescimento de bactérias ácido-acéticas que beneficiam o aumento da produção de etanol para o metabolismo do ácido acético (FIORDA et al., 2017).

A Figura 2 demonstra o fluxograma para produção da bebida e a multiplicação da biomassa que pode ser realizada em recipiente de vidro coberto com tecido de voal, ou coberto com filme plástico e incubado a temperatura ambiente (~25 °C) por 24 horas. Na fermentação de bebidas, o tempo e a quantidade de inóculo irão variar em diferentes substratos, sendo importante o estudo para otimização de condições específicas (SABOKBAR; KHODAIYAN, 2015, SANTOS et al., 2019; GAO et al., 2012).

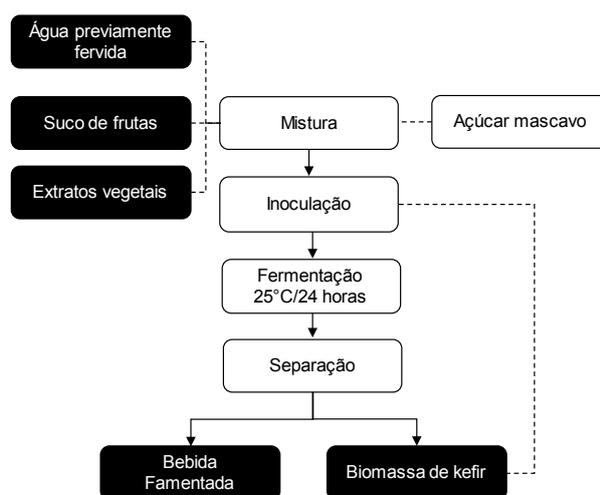


Figura 2. Fluxograma da produção da bebida fermentada e da biomassa de kefir

A busca pelo consumo de frutas e vegetais para diminuir o risco de doenças tem aumentado pelos consumidores e o desenvolvimento de bebida fermentada à base de extratos vegetais pode apresentar grandes vantagens como: ampliar a escolha para o consumo desses produtos; estimular novos métodos para o processamento de frutas e vegetais reduzindo as perdas da produção e gerando mais lucros ao introduzir novos produtos; oferecer efeitos benéficos provenientes do kefir e das frutas e vegetais; e proporcionar a estes produtos características sensoriais únicas, com um sabor refrescante (devido à presença de etanol), aroma frutado (presença de ésteres), corpo e textura (presença de glicerol) que são atrativos aos consumidores (RANDAZZO et al., 2016; PUERARI; MAGALHÃES; SCHWAN, 2012; FIORDA et al.,

2016; CORONA et al., 2016).

A bebida de kefir a base de uva, apresenta um sabor ácido, refrescante, presença de ácido acético e baixo teor alcoólico e é comumente consumido no sul da Itália (FIORDA et al., 2017; GAWARE et al., 2011). A mistura de suco de romã e soro de leite pode ser um potencial substrato para o crescimento de kefir e produção de ácidos orgânicos como ácido láctico e ácido acético quando a fermentação é conduzida de 19 a 25 °C, com 5 a 8 % m/v de inóculo e por 32 horas (SABOKBAR; KHODAIYAN, 2015).

Durante a fermentação alguns grãos podem precipitar para superfície devido a produção de gás carbônico no meio. Geralmente durante as fermentações de bebidas à base de frutas, ocorre o consumo de açúcar e a produção de etanol. Para ser um bom veículo para os micro-organismos, os sucos devem conter altas concentrações de açúcares e outros componentes de alto valor nutricional, como polifenóis que são benéficos a saúde e por isso, os tornam de fácil aceitação para o consumidor. Outra alternativa é adição de açúcares e por se tratar de micro-organismos, o açúcar usado no cultivo deve ser isento de aditivos químicos (RANDAZZO et al., 2016; FIORDA et al., 2016).

Corona et al. (2016) avaliaram a composição microbiana e as características físico-química e sensoriais de sucos extraídos de vegetais (cenoura, erva-doce, melão, cebola, tomate e morango) após a fermentação de kefir. Os resultados indicaram que houve um aumento de compostos orgânicos voláteis, como os ésteres que estavam presentes em quantidades elevadas no morango, cebola e melão, e os terpenos encontrados na cenoura e na erva-doce. Estes sucos fermentados apresentaram alta atividade antioxidante e a análise sensorial indicou que entre eles, a bebida fermentada de cenoura foi o produto mais apreciado.

A cerveja de gengibre é amplamente conhecida na Grécia onde é feito como especialidade local e no leste da África onde é considerada uma bebida muito popular. Na produção de cerveja os grãos de kefir realizam a fermentação mais lentamente e ao final demonstram um maior teor de etanol (FIORDA et al., 2017).

Uma vantagem da biomassa de kefir é que após ser utilizada na fermentação do substrato, ela terá aumentado e poderá ser recuperada por separação e reutilizada em outro processo fermentativo (SATIR; GUZEL-SEYDIM, 2016). Ao mesmo tempo, a produção padronizada da bebida é irregular devido à complexidade da sua composição microbiológica e por isso, tentativas têm sido realizadas para normalizar esta produção usando as culturas starters (ROMANIN et al., 2010).

Outra dificuldade da indústria de alimentos é aplicar o processo realizado de forma caseira para a produção industrial. Neste sentido, Fiorda et al. (2016) estudaram parâmetros cinéticos variando o tempo, temperatura e concentração de mel para produzir a bebida. Estes autores concluíram que a produção em larga escala da bebida é possível e nenhum custo adicional é envolvido para suplementação do meio com nitrogênio e a temperatura 30 °C é requerida.

A adaptação dos grãos de kefir em diferentes substratos mostra potencial para produção de bebidas com características sensoriais distintas e propriedades funcionais. Essas novas bebidas não-lácteas são alternativas como veículo para micro-organismo com potencial probiótico principalmente para pessoas com intolerância à lactose e alergia a produtos lácteos ou consumidores veganos. No entanto, ainda existem algumas lacunas de conhecimento para a indústria de produção de kefir, que permanece em um processo tradicional e empírico. Informações suficientes não são conhecidas sobre a relação entre os micro-organismos e os aspectos tecnológicos e funcionais para criar produtos uniformes. Vale lembrar que composição microbiológica é bastante variável, o que resulta em distintos perfis de bioprodutos e conseqüente diferentes ações benéficas no organismo humano. Tanto a biologia como a química do processo fermentativo utilizando kefir são complexos, e elas precisam de uma análise abrangente de todos os aspectos em condições de processo controlado (FIORDA et al., 2017, CORONA et al., 2016, BOAKYE et al., 2016, NIKOLAOU et al., 2017).

## 2.2 Efeitos benéficos do kefir

O consumo de kefir tem sido associado a benefícios no tratamento de problemas gastrointestinais, hipertensão, alergias, cânceres e doenças cardíacas. Além disso, propriedades antibacterianas contra bactérias patogênicas, como *Salmonella*, têm sido relatadas (ZAVALA et al., 2016). Essas propriedades profiláticas e terapêuticas estão associadas às interações dos micro-organismos do kefir com o trato gastrointestinal e aos metabólitos bioativos que são produzidos quando estes micro-organismos habitam a microbiota humana, incluindo ácidos orgânicos, bactericidas, dióxido de carbono, peróxido de hidrogênio, etanol e diacetil (OLIVEIRA LEITE et al., 2013).

Estudos tem comparado as propriedades da biomassa de kefir com as culturas starters. Culturas iniciais de kefir usadas em produções comerciais não contêm bactérias como *Lactobacillus kefirianofaciens*, *Lactobacillus kefiri* e *Lactobacillus parakefiri* além de conter poucas bactérias de ácido láctico e leveduras (ENDORGAN et al., 2019), mas também podem demonstrar benefício à saúde (BOURRIE; WILLING; COTTER, 2016). Em um estudo utilizando a biomassa e a cultura starter na produção da bebida, esta última não inibiu o micro-organismo *Trichoderma koningii* na microbiota intestinal dos camundongos, enquanto a bebida a partir da biomassa demonstrou sua atividade antifúngica (ENDORGAN et al., 2019).

Isso acontece provavelmente por que, a diversidade microbiana do kefir é importante para a produção de diversos metabólitos. Também, o exopolissacarídeo produzido a partir de *L. kefirianofaciens* presentes na biomassa de kefir tem demonstrado atividade anti-inflamatória e anti-ulcerogênica (JEONG et al., 2017).

Rodrigues et al. (2016) avaliaram o potencial da cerveja fermentada com quefir

contra inflamações e úlcera. Para isto foram utilizados o modelo de edema de pata de rato e de úlcera gástrica, sendo encontradas diminuições acentuadas nas respostas inflamatórias e anti-ulcerogênicas no grupo tratado com cerveja de kefir comparado a cerveja controle. Os autores relatam ainda que esta é a primeira vez que uma cerveja produzida com kefir como fermentador único, mostrou funcionalidades aprimoradas e propriedades contra inflamação e úlcera gástrica em comparação com os seus constituintes sozinhos.

Embora ainda não se saiba o mecanismo que promove o efeito benéfico na saúde humana, os trabalhos científicos concordam que a inclusão deste alimento na dieta pode ser positiva para a saúde.

## 3 | KOMBUCHA

### 3.1 Composição e efeitos benéficos à saúde

Kombucha é uma bebida não alcoólica fermentada a partir de chá e levemente ácida que se originou no nordeste da China (Manchúria) e tem ganhado significativa popularidade no ocidente (CHAKRAVORTY et al., 2016; CHAKRAVORTY et al., 2019). Esta bebida tem sabor doce de cidra de maçã, enquanto uma fermentação prolongada resulta no desenvolvimento de sabor ácido semelhante ao vinagre ou de espumante (DUTTA; PAUL, 2019).

Os micro-organismos fermentadores da kombucha ficam aprisionados ao biofilme de celulose e as principais cepas bacterianas identificadas no SCOBY são: *Acetobacter xylinoides*, *Komagataeibacter xylinus*, *Gluconacetobacter xylinus*, *Acetobacter aceti*, and *Acetobacter pasteurianus*. Enquanto isso, as principais espécies de leveduras identificadas são: *Schizosaccharomyces pombe*, *Saccharomyces ludwigii*, *Kloeckera apiculata*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulasporea*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces lambicus*, *Brettanomyces custersii*, *Candida* e *Pichia* (DUTTA; PAUL, 2019).

A grande vantagem da simbiose entre micro-organismos é a relação benéfica existente entre eles. Algumas cepas de *Acetobacter xylinum* tem a capacidade de sintetizar celulose que aumenta a associação dos micro-organismos no biofilme fazendo com que ele flutue no meio fermentado (JOHNSY et al., 2005). A sacarose é hidrolisada em glicose e frutose que são substratos da enzima invertase produzida pelas leveduras e estes açúcares são utilizados como fonte de carbono e também para a produção de etanol. Bactérias acéticas utilizam glicose e etanol para produzir ácido glicônico e ácido acético. A glicose também se transforma em ácido glicurônico pela oxidação na posição C-6 da sua molécula (DUTTA; PAUL, 2019). No organismo humano, o ácido glicurônico pode se conjugar com moléculas lipossolúveis e promover a eliminação dessas moléculas do organismo humano pela urina ou bile. Por isso, a ingestão da bebida fermentada de kombucha tem sido associada a diminuição de

colesterol total e LDL-c (Lipoproteína de baixa densidade) (ADRIANI, MAYASARI; ANGGA, 2011; ALOULOU et al., 2012).

Ainda durante a fermentação utilizando kombucha, o ácido láctico é formado a partir de glicose e sacarose pelas bactérias ácido-láticas. Quando a bebida é armazenada em um longo período de tempo, o etanol pode ser útil para a produção de ácido acético combinado ao aumento das bactérias do ácido acético. O ácido acético estimula as leveduras a produzirem etanol por diminuição de pH. O etanol e o ácido acético são importantes agentes antimicrobianos do meio, enquanto os demais ácidos impossibilitam o crescimento de outros micro-organismos deteriorantes ou patogênicos pelo baixo pH da solução (DUTTA; PAUL, 2019).

O baixo pH e a produção de ácidos pelos micro-organismos presentes na kombucha pode estar relacionada a sua atividade antimicrobiana que tem sido demonstrada contra *Bacillus subtilis*, *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Shigella sonnei*, *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enterica* Serovar *Enteritidis*, *Serratia marcescens*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*. O ácido acético foi considerado responsável pelo efeito inibitório combinado ao baixo pH, e também a presença de compostos antimicrobianos (SREERAMULU; ZHU; KNOL, 2000; VOHRA et al., 2018).

A presença de hidróxi-derivados do ácido benzoico e hidroxicinâmico, flavonoides, flavonóis e flavanonas, já foi relatada na bebida de kombucha e estes compostos estão relacionados a sua capacidade antioxidante. O consumo metabólico de flavan-3-ols e derivados do ácido hidroxibenzoico, bem como a produção de ácidos orgânicos (ácido succínico) pode diminuir a adstringência e amargura, melhorando a qualidade e a aceitabilidade do produto (VÁZQUEZ-CABRAL et al., 2014). Quando o processo fermentativo ocorre em chás, que possuem compostos fenólicos como as caínas e as xantinas, pode acontecer o estímulo da síntese de celulose por bactérias (DUTTA; PAUL, 2019).

A kombucha tem sido estudada como agente hiperglicêmico por ser inibidor da  $\alpha$ -amilase que pode estar associada a presença das catequinas glicosiladas na bebida após a fermentação (ALOULOU et al., 2012). As atividades inibitórias da  $\alpha$ -amilase e  $\alpha$ -glicosidase aumentaram à medida que o processo fermentativo progrediu e após o processo de digestão *in vitro*, mostrando que os chás fermentados mostram esta atividade (WATAWANA et al., 2015).

Tradicionalmente, o SCOBY de kombucha é utilizada para a fermentação de chá verde e preto e nestes substratos tem demonstrado grande potencial antioxidante (FU et al., 2014) que foi menor na primeira semana de fermentação (AMARASINGHE; WEERAKKODY; WAISUNDARA, 2018; VOHRA et al., 2018).

### **3.2 Inovação e desafios na produção da bebida fermentada de kombucha**

O chá fermentado por kombucha é normalmente preparado utilizando o biofilme (Figura 1C) e de 10 a 15% de caldo previamente fermentado (para manter o pH

baixo) em chá verde (*Camellia sinensis var. sinensis*) ou preto (*Camellia sinensis var. assamica* após o processo de oxidação de polifenóis). A fermentação é geralmente feita em recipiente de vidro coberto com pano limpo que deverá ser incubado a temperatura ambiente (28 a 30 °C) por 7 a 12 dias (CHAKRAVORTY et al., 2019) (Figura 1D). Atualmente, a bebida de kombucha tem sido preparada em diferentes tipos de substratos, entre chás e sucos, e muitas vezes adicionado de açúcares ou mel e por isso, está cada vez mais adaptado ao paladar dos consumidores ocidentais.

A Figura 3 apresenta o fluxograma de produção de bebida fermentada a partir de kombucha. Durante o processo fermentativo ocorre o aumento da turbidez e o aumento da massa do biofilme que, estão relacionadas com a quantidade de celulose produzida pelas bactérias do ácido acético. O aumento da turbidez indicaria uma maior quantidade de celulose e outras matérias fibrosas sendo liberadas para o caldo (AMARASINGHE; WEERAKKODY; WAISUNDARA, 2018).

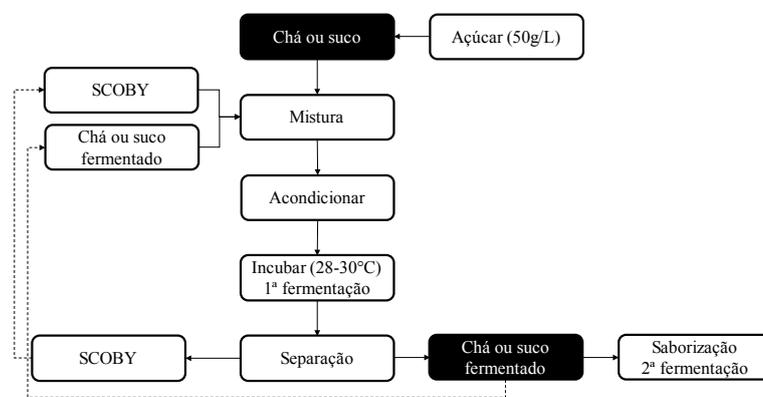


Figura 3. Fluxograma de processamento da bebida fermentada utilizando kombucha

A produção de kombucha esbarra no que se considera também a sua maior vantagem: a produção artesanal. Um dos grandes desafios na produção da bebida fermentada de kombucha é isolar e identificar os micro-organismos presentes no biofilme e com isso, encontrar condições ideais de produção da bebida para que o processo seja realizado em escala industrial (LIMA et al., 2019). A falta de uma cultura starter comercial e a necessidade de utilização de biofilme que, assim como o kefir, pode apresentar composições variadas quanto aos tipos de cepas de micro-organismos dependendo das condições de cultivo, substrato, e por isso, levar a produtos finais com defeitos ou até mesmo fora do padrão esperado. Por exemplo, a quantidade o ácido glucurônico produzido depende de uma determinada linhagem bactérias de ácido acético e leveduras, e é por isso que a seleção de micro-organismos e das condições de fermentação são importantes (MALBAŠA et al., 2011; NGUYEN et al., 2015). Uma solução para este problema é a uma seleção dos biofilmes que produzem as melhores características sensoriais e nutricionais no substrato, e a partir dele realizar o isolamento das cepas responsáveis pela fermentação (SANTOS, 2016).

Outro problema da falta de padronização do processo fermentativo é que o produto final nem sempre tem as características que atendam a expectativa do consumidor. O tempo de fermentação também altera o produto final. Neffe-Skocińska et al. (2017) avaliaram a temperatura (20, 25 e 30°C) durante 10 dias sobre as características químicas (composição em ácido glicurônico), microbiológicas e sensorial de chá verde e preto no processo fermentativo. Estes autores encontraram maior conteúdo de ácido glicurônico quando utilizaram a temperatura de 25 °C e maior crescimento de bactérias do ácido acético e lático, e leveduras à 30°C, e as características sensoriais mostraram-se satisfatórias em todas as temperaturas e tempos avaliados. Também, os três tipos de bebidas mostraram os aromas de chá, limão e ácido, sabor de limão, chá e ácido e aparência clara e tom semelhante. Por outro lado, Jayabalan et al. (2010) indicaram que todos os parâmetros químicos (macronutrientes, minerais, aminoácidos, e contagem de micro-organismos) aumentaram com o tempo de fermentação.

Em chá de plantas de carvalho (*Quercus resinosa*) onde foram avaliadas as concentrações de açúcar, inóculo, temperatura e tempo de fermentação, a bebida que demonstrou maior aceitabilidade era proveniente de fermentação com menor tempo e maiores adições de açúcares (>10%). O consumo metabólico de flavan-3-derivados de ácido isobenzóico e hidroxibenzóico pelos micro-organismos da kombucha, bem como a produção de ácidos orgânicos (ácido succínico) diminuiu a adstringência e amargura, melhorando a qualidade e aceitabilidade da bebida (VÁZQUEZ-CABRAL et al., 2014). Esta é uma característica importante já que kombucha é uma bebida apreciada pelo sabor ácido e sensação refrescante.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os SCOBYs mais utilizados para produção de bebida fermentada são o kefir e a kombucha. Eles podem ser utilizados em pequena escala e produzir uma bebida que tenha sabor refrescante, ácido e potencial de benefícios a saúde.

#### REFERÊNCIAS

ADRIANI, L.; MAYASARI, N.; ANGGA, R.K. The effect of feeding fermented kombucha tea on HDL, LDL and total cholesterol levels in the duch bloods. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v.27, n.4, p.749-1755, 2011.

ALOULO, A.; HAMDEN, K.; ELLOUMI, D.; ALI, M. B.; HARGAFI, K.; JAOUADI, B.; AYADI, F.; ELFEKI, A.; AMMAR, E. Hypoglycemic and antilipidemic properties of kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.12, n.1, p. 63, 2012.

AMARASINGHE, H.; WEERAKKODY, N.; WAISUNDARA, V. Y. Evaluation of physicochemical properties and antioxidant activities of kombucha “Tea Fungus” during extended periods of fermentation. **Food Science & Nutrition**, v. 6. n. 3, p. 659-665, 2018.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; AREAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 646-656, 2009.

BOAKYE-BOATEN, N. A.; XIU S.; SHAHBAZI, A.; WANG, L.; LI, R.; SCHIMMEL, K. Uses of miscanthus press juice within a green biorefinery platform. **Bioresource Technology**, v. 207, p. 285-292, 2016.

BOURRIE, B. C. T.; WILLING, B. P. COTTER, P. D. The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage Kefir. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, p. 647, 2016.

CHAKRAVORTY, S.; BHATTACHARYA, S.; BHATTACHARYA, D.; SARKAR, S.; GACHHUI, R. Kombucha: A Promising Functional Beverage Prepared From Tea. **Non-Alcoholic Beverages**, v. 6, p. 285-327, 2019.

CHAKRAVORTY, S., BHATTACHARYA, S., CHATZINOTAS, A., CHAKRABORTY, W., BHATTACHARYA, D., GACHHUI, R. Kombucha tea fermentation: Microbial and biochemical dynamics. **LWT - International Journal of Food Microbiology**, v. 220, p. 63-72, 2016.

CHEN, H.C.; WANG, S.Y.; CHEN, M.J. Microbiological study of lactic acid bacteria in kefir grains by culture-dependent and culture-independent methods. **Food of Microbiology**, v. 25, p.1, 492-501, 2008.

CORONA, O.; RANDAZZO, W.; ALESSANDRO, W.; GUARCELLO, R.; NICOLA, F.; ERTEN, H.; MOSCHETTI, G.; SETTANNI, L. Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. **LWT - Food Science and Technology**, v. 66, p. 572-581, 2016.

DOGAN, M.; TEIKINER, I. H.; DEMIRKESENBIÇAK, H. Probiotics from food products and gastrointestinal health. **Dietary Interventions in Gastrointestinal Diseases**, p. 169-177, 2019.

DUTTA, H., & PAUL, S. K. Kombucha Drink: Production, Quality, and Safety Aspects. **Production and Management of Beverages**, p. 259-288, 2019.

ENDORGAN, F. S.; OZARSLAN, S.; GUZEL-SEYDIM, Z. B.; KÖKTAŞ, T. The effect of kefir produced from natural kefir grains on the intestinal microbial populations and antioxidant capacities of Balb/c mice. **Food Research International**, v. 115, p. 408-413, 2019.

FIORDA, F. A.; DE MELO PEREIRA, G. V.; THOMAZ-SOCCOL, V.; MEDEIROS, A. P.; RAKSHIT, S. K.; & SOCCOL, C. R. Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey. **LWT - Food Science and Technology**, v. 68, p. 690–697, 2016.

FIORDA, F. A.; PEREIRA, G. V. M.; SOCCOL, V. T.; RAKSHIT, S. K.; PAGNONCELLI, M. G. B.; VANDENBERGHE, L. P. S.; SOCCOL, C. R. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review, **Food Microbiology**, v. 66, p. 86-95, 2017.

FU, C.; YAN, F.; CAO, Z.; XIE, F.; LIN, J. Antioxidant activities of kombucha prepared from three different substrates and changes in content of probiotics during storage. **Food Science Technology**, v. 34, n. 1, p.123-126, 2014.

GAO, J.; GU, F.; RUAN, H.; CHEN, Q.; ELE, J.; ELE, G. Culture Conditions Optimization of Tibetan Kefir Grains by Response Surface Methodology. **LWT - Procedia Engineering**, v. 37, p.132-136, 2012.

GAWARE, V.; KOTADE, K.; DOLAS, R.; DHAMAKL, K.; SOMWANSHI, S.; NIKAM, V.; KHADSEL, A.; KASHID, V. The magic of kefir: a review, **Pharmacology Online**, v. 1, p. 376-386, 2011.

- GUT, A.M.; VASILJEVIC, T.; YEAGER, T.; & DONKOR, O.N. Salmonella infection prevention and treatment by antibiotics and probiotic yeasts: A review. **Microbiology**, v. 164, n. 11, p. 63–72, p. 1327-1344, 2018.
- JAYABALAN, R.; MALINI, K.; SATHISHKUMAR, M.; SWAMINATHAN, K.; YUN, S.-E. Biochemical characteristics of tea fungus produced during kombucha fermentation. *Food Science and Biotechnology*, v. 19, n. 3, p.843-847, 2010.
- JEONG, D.; KIM, D.-H.; KANG, I.-B.; KIM, H.; SONG, K.-Y.; KIM, H.-S.; SEO, K.-H. Characterization and antibacterial activity of a novel exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefirano faciens* DN1 isolated from kefir. **Food Control**, v. 78, p. 436-442, 2017.
- JOHNSY, G.; RAMANA, K.V.; SABAPATHY, S.N.; BAWA, A.S. Physico-Mechanical Properties of Chemically Treated Bacterial (*Acetobacter xylinum*) Cellulose **Membrane**. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 21, p. 1323-1327, 2005.
- LAW, S. V.; ABU BAKAR, F.; MAT HASHIM, D.; ABDUL HAMID, A. Popular fermented foods and beverages in Southeast Asia. **International Food Research Journal**, v.18, n.2, p.475–484, 2011.
- LIMA, N.S.; SILVA, N.F.S.; ABREU, B.S.; MODESTO, K.R. Verificação de viabilidade em amostra de kombucha. **Revista de Iniciação Científica e Extensão**, v. 2, n. 2, p. 3-7, 2019.
- MALBAŠA, R. V.; LONČAR, E. S.; VITAS, J. S.; ČANADANOVIĆ-BRUNET, J. M. Influence of starter cultures on the antioxidant activity of Kombucha beverage. **Food Chemistry**, v. 127, n. 4, p.178–184, 2011.
- MAPA, **Instrução normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007**. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Diário oficial da união. Poder Executivo, Brasília, DF, 24 out. 2007. n. 205, seção 1, p. 4.
- MARSH, A.J.; O’SULLIVAN, O.; HILL, C.; ROSS, R.P.; COTTER, P.D. Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. **Food Microbiology**, v. 38, 171–178, 2014.
- NEFFE-SKOCIŃSKA, K.; SIONEK, B.; ŚCIBISZ, I.; & KOŁOŻYŃ-KRAJEWSKA, D. Acid contents and the effect of fermentation condition of Kombucha tea beverages on physicochemical, microbiological and sensory properties. **CyTA - Journal of Food**, v. 15, n. 4, p. 601-607, 2017.
- NGUYEN, K. N.; NGUYEN, P. B.; NGUYEN, H. T.; LE, P. H. Screening the optimal ratio of symbiosis between isolated yeast and acetic bacteria strain from traditional Kombucha for high-level production of glucuronic acid. **LWT – Food Science and Technology**, v. 64, n. 2, p. 1149–1155, 2015.
- NIKOLAOU, A.; GALANIS, A.; KANELAKI, M.; TASSOU, C.; AKRIDA-DEMERTZI, K.; KOURKOUTAS, Y. Assessment of free and immobilized kefir culture in simultaneous alcoholic and malolactic cider fermentations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 76, p. 67-78, 2017.
- OLIVEIRA LEITE, A. M.; MIGUEL, M. A. L.; PEIXOTO, R. S.; ROSADO, A. S.; SILVA, J. T.; PASCHOALIN, V. M. F. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: A natural probiotic beverage. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 44, n. 2, p. 341–349, 2013.
- PANDEY, K. R.; NAIK, S. R.; VAKIL, B. V. Probiotics, prebiotics and symbiotic - a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 12, p. 7577-7587, 2015.
- PUERARI, C.; MAGALHÃES, K., T.; SCHWAN, R. F. New cocoa pulp-based kefir beverages: Microbiological, chemical composition and sensory analysis. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p. 634–640, 2012.

RANDAZZO, W.; CORONA, O.; GUARCELLO, R.; FRANCESCA, N.; GERMANÁ, M. A.; ERTEN, H.; MOSCHETTI, G.; SETTANNI, L. Development of new non-dairy beverages from Mediterranean fruit juices fermented with water kefir microorganisms. **LWT - Food Microbiology**, v. 54, p. 40-51, 2016.

RODRIGUES, K. L.; ARAÚJO, T. H.; SCHNEEDORF, J. M.; FERREIRA, C. DE S.; MORAES, G. DE O. I.; COIMBRA, R. S.; & RODRIGUES, M. R. A novel beer fermented by kefir enhances anti-inflammatory and anti-ulcerogenic activities found isolated in its constituents. **Journal of Functional Foods**, v. 21, p.58-69, 2016.

ROMANIN, D.; SERRADELL, M.; MACIEL, D. G.; LAUSADA, N.; GARROTE, G. L.; RUMBO, M. Down-regulation of intestinal epithelial innate response by probiotic yeasts isolated from kefir. **International Journal of Food Microbiol**, v. 140, n. 2-3, p. 102 -108, 2010.

SABOKBAR, N.; KHODAIYAN, F. Characterization of pomegranate juice and whey based novel beverage fermented by kefir grains. **Journal of food Science and Technology**, v.52, p. 3711-3718, 2015.

SANTOS, D. C.; DE OLIVEIRA FILHO, J. G.; ARAÚJO SANTANA, A. C.; DE FREITAS, B. S. M.; SILVA, F. G.; TAKEUCHI, K. P.; EGEEA, M. B. Optimization of soymilk fermentation with kefir and the addition of inulin: Physicochemical, sensory, technological and microbiological characteristics. **LWT - Food Science and Technology**, v. 104, p. 30-37, 2019.

SANTOS, M. J. **Kombucha: caracterização da microbiota e desenvolvimento de novos produtos alimentares para uso em restauração**. 2016. 119f. Dissertação (Mestrado em Ciências Gastronômicas) - Instituto Superior de Agronomia - Universidade Nova de Lisboa, 2016.

SATIR, G.; GUZEL-SEYDIM, Z. B.; How kefir fermentation can affect milk composition. **Small Ruminant Research**, v. 134, n. 1, p. 1-7, 2016.

SCNEEDORF, J. M. Kefir D'Aqua and Its Probiotic Properties, **IntechOpen**, p.54-55, 2012.

SREERAMULU, G.; ZHU, Y.; KNOL, W. Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 6, p. 2589-2594, 2000.

VÁZQUEZ-CABRAL, B. D.; ROCHA-GUZMÁN, N. E.; GALLEGOS-INFANTE, J. A.; GONZÁLES-HERRERA, S. M.; GONZÁLES-LAREDO, R. F.; MORENO-JIMÉNEZ, M. R.; CÓRDOVA-MORENO, I. T. S. Chemical and sensory evaluation of a functional beverage obtained from infusions of oak leaves (*Quercus resinosa*) inoculated with the kombucha consortium under different processing conditions. **Nutra foods**, v. 13, n. 4, p.169-178, 2014.

VOHRA, B.M.; FAZRY, S.; SAIRI, F.; BABUL-AIRIANAH, O. Effects of medium variation and fermentation time on the antioxidant and antimicrobial properties of Kombucha. **Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences**, p. 298-302, 2018.

WATAWANA, M. I.; JAYAWARDENA, N.; RANASINGHE, S. J.; WAISUNDARA, V. Y. Evaluation of the stability of the total antioxidant capacity, polyphenol contents, and starch hydrolase inhibitory activities of kombucha teas using an in vitro model of digestion. **Journal of Chemistry**, p.1-9, 2015.

WITTHUHN, R. C.; SCHOEMAN, T.; BRITZ, T. J. Characterization of the microbial population at different stages of kefir production and kefir grain mass cultivation. **International Dairy Journal**, v. 15, n.1, p. 383-389, 2005.

ZAVALA, L.; GOLOWCZYK, M.; VANHOORDE, K.; MEDRANO, M.; HUYS, G.; VANDAMME, P.; &ABRAHAM, A. Selected Lactobacillus strains isolated from sugary and milk kefir reduce Salmonella infection of epithelial cells in vitro. **Beneficial Microbes**, v. 7, n. 4, p.585-595, 2016.

## TOXINFECÇÕES ALIMENTARES VIRAIS: CARACTERÍSTICAS DOS PRINCIPAIS VÍRUS, PREVENÇÃO, TRATAMENTO E MÉTODOS CLÍNICOS DE DIAGNÓSTICO LABORATORIAL POR QRT-PCR E BIOSENSORES

### **Karina Teixeira Magalhães-Guedes**

Departamento de Análises Bromatológicas,  
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal  
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo,  
s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA,  
Brasil. E-mail: karynamagat@gmail.com; karina.  
guedes@ufba.br

**RESUMO:** Os vírus transmitidos por alimentos foram reconhecidos entre as principais prioridades de segurança alimentar e se tornaram uma preocupação maior para a indústria de alimentos nos últimos anos. Especialistas em segurança alimentar concordaram que são necessárias medidas de controle de vírus em toda a cadeia alimentar. Este manuscrito fornece uma descrição dos vírus transmitidos por alimentos (Rotavírus, Adenovírus, Norovírus, Astrovírus, Hepatite A, Hepatite E e Poliovírus) e suas características e tecnologias desenvolvidas para detecção e controle viral. Uma pesquisa bibliográfica foi realizada para coletar dados e informações sobre doenças virais dos últimos dezoito anos. Os sites de pesquisa acessados foram: livros, teses e banco de dados Scielo, Google Scholar, Medline, Pubmed, Science Direct, portal periódico CAPES e biblioteca virtual de saúde. Este estudo foi realizado para esclarecer aos profissionais de saúde a importância da

necessidade de maior notificação e atualização dessas toxinfecções alimentares virais, a fim de reduzir o número de casos dessas doenças. A prevenção e tecnologias biológicas eficazes para garantir o controle de vírus na cadeia alimentar, podem reduzir significativamente as toxinfecções transmitidas por alimentos causadas por vírus.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vírus entéricos, vírus em alimentos, qRT-PCR na detecção de vírus.

### VIRAL FOOD TOXI-INFECTIONS: CHARACTERISTICS OF THE MAIN VIRUSES, PREVENTION, TREATMENT AND CLINICAL METHODS OF LABORATORY DIAGNOSIS BY QRT-PCR AND BIOSENSORS

**ABSTRACT:** Foodborne viruses were recognized among the top-rated food safety priorities and have become a greater concern to the food industry over the past few years. Food safety experts agreed that control measures for viruses throughout the food chain are required. This manuscript provides a description of foodborne viruses (Rotavirus, Adenovirus, Norovirus, Astrovirus, Hepatitis A, Hepatitis E, and Poliovirus) and their characteristics, and technologies developed for viral detection and

control. A bibliographical research was carried out to collect data and information on viral diseases of the last nineteen years. The research sites accessed were: books, theses and the database of Scielo, Google Scholar, Medline, Pubmed, Science Direct, CAPES periodical portal and virtual health library. This study was carried to clarify to the health professionals the importance of the need for a greater notification and update of these viral food toxoinfections, in order to reduce the cases number of these diseases. Effective prevention and biological technologies to ensure control of viruses in the food chain can significantly reduce foodborne toxoinfections caused by viruses.

**KEYWORDS:** Enteric viruses, Virus in food, qRT-PCR in virus detection.

## 1 | INTRODUÇÃO

Surtos e doenças causadas por microrganismos em alimentos, em específico os vírus, representam um grande ônus para a saúde, não apenas por causarem doenças, mas também através dos custos associados às medidas tomadas para reduzir os impactos nas populações mundiais. No mundo de hoje com seu global alcance, o potencial para a propagação de doenças virais transmitidas por alimentos em todos os continentes, são imensas (CDC, 2016; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

Quando fora de seus hospedeiros, os vírus são apenas partículas inertes, e seu risco associado depende muito em manter sua capacidade de infecção causando viroses (TRABULSI & ALTERTHUM, 2008). Em sua constituição há, geralmente, só um tipo de ácido nucléico, ou DNA ou RNA, de fita simples ou fita dupla. Pode ter também proteínas, glicoproteínas e/ou glicolipídios (TRABULSI & ALTERTHUM, 2008).

Toxinfecções alimentares virais são predominantemente transmitidas por via fecal-oral através da ingestão de alimentos e/ou água contaminados ou através de uma via secundária de infecção e/ou contato pessoa a pessoa. Os principais patógenos causadores de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) de origem viral são o Rotavírus, o Adenovírus Entérico, o Norovírus, o Astrovírus, o Vírus da Hepatite A, Vírus da Hepatite E, Vírus da Poliomielite e o Vírus do Ebola (XAVIER et al., 2009; KOKKINOS et al., 2015; POLO et al., 2015; BERGERON et al., 2016; JACXSENS et al., 2017; MÜLLER et al., 2017; SARNO et al., 2017).

As formas de prevenção das toxinfecções alimentares virais são as aplicações das boas práticas de higiene pessoal, de utensílios, a higienização correta dos alimentos e o tratamento adequado da água para limpeza e consumo (POLO et al., 2015; BERGERON et al., 2016; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Tal assunto precisa ser mais divulgado para que a comunidade conheça melhor as formas de contágio, prevenção, diagnóstico e tratamento das toxinfecções alimentares virais.

A maioria dos métodos usados atualmente para a detecção de vírus de origem alimentar são baseados em técnicas de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e suas variantes. Desenvolvimentos técnicos recentes oferecem oportunidades para

melhorar a detecção, quantificação e identificação de vírus de origem alimentar como PCR digital. A precisão das tecnologias baseadas em PCR pode ser aprimorada pelo conhecimento das sequências do genoma viral (SEDLAK & JEROME, 2013).

Os objetivos desta revisão constituem a finalidade de um trabalho acadêmico, pretendendo contribuir com o conhecimento das principais toxinfecções alimentares virais, suas formas de transmissão, prevenção, tratamento e métodos clínicos de diagnóstico laboratorial. Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre as toxinfecções alimentares virais, mundialmente, para esclarecer aos profissionais de saúde a importância da necessidade de uma maior notificação e atualização dessas toxinfecções alimentares virais, a fim de reduzir o número de casos dessas doenças.

## 2 | METODOLOGIA

Foi realizado um trabalho de pesquisa bibliográfica para coletar dados e informações sobre doenças alimentares de origem viral, dos últimos dezoito anos. Os locais de pesquisa acessados foram: livros, teses e a base de dados do Scielo, do Google Acadêmico, Medline, Pubmed, Science Direct e portal periódicos CAPES e da biblioteca virtual em saúde. Os termos de indexação utilizados para buscas isoladas foram Rotavírus, Adenovírus, Norovírus, Astrovírus, Hepatite A, Hepatite E, e Poliovírus. A busca combinada de palavras foram doenças alimentares de origem viral, gastroenterites virais, toxinfecções alimentares virais, e métodos clínicos de diagnóstico laboratorial de toxinfecções alimentares de origem viral. Os trabalhos que não combinavam as palavras pesquisadas foram excluídos, assim como, os que não se enquadravam nos anos pré-selecionados de 2000 a 2019. O critério de exclusão também se aplica para os artigos que após leitura que não se referiam ao objetivo principal da presente pesquisa. No total foram recrutados **31** trabalhos, dentre eles **27** em inglês **4** em português.

## 3 | DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Vírus causadores de toxinfecções alimentares

#### *Rotavírus*

Um gênero de vírus de ácido ribonucleico (RNA) de cadeia dupla, pertencentes à família Reoviridae, são transmitidos predominantemente por via fecal-oral e foram encontrados em vários alimentos (KITIGUL et al., 2015; JONES & MUEHLHAUSER, 2017). O rotavírus (FIGURA 1) é uma das principais causas de gastroenterite infecciosa e mortalidade em lactentes e crianças pequenas em todo o mundo, especialmente naqueles com menos de 5 anos de idade, apesar de sua ocorrência ocasional como patógenos em adolescentes e adultos (MIZUKOSHI et al., 2015;

BWOGI et al., 2016;). Não existe um medicamento específico para tratar infecções por rotavírus. Medicamentos anti-virais inespecíficos e administração de uma variedade de líquidos são utilizados para aliviar os sintomas clínicos para infecções por rotavírus (XIAO et al., 2014).

A transmissão pode ocorrer pela ingestão de água e/ou por alimentos contaminados, contato pessoa a pessoa, objetos contaminados e por secreções respiratórias (JONES & MUEHLHAUSER, 2017). Os principais sintomas causados pela toxinfecção por rotavírus são diarreia, vômito, náuseas, anorexia, câimbras e mal-estar (XIAO et al., 2014).

O diagnóstico da toxinfecção por rotavírus é realizado através da detecção direta dos vírus rotavírus nas fezes. A prevenção é realizada por medidas higiênicas como lavagem correta das mãos e tratamento adequado da água (XIAO et al., 2014). O principal tratamento para a toxinfecção por rotavírus é a reidratação oral (XIAO et al., 2014). Outra forma de prevenção é a vacinação, uma vez que esta faz parte do calendário brasileiro de imunização, sendo administrada gratuitamente para a população em duas doses, aos 2 e aos 4 meses de vida (BRASIL, 2009).

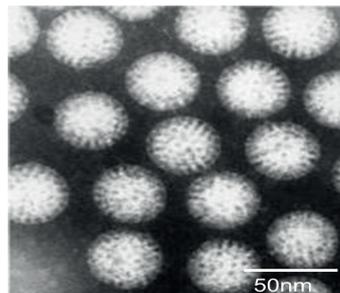


FIGURA 1: Rotavírus

### *Adenovírus*

Uma família de vírus de ácido desoxirribonucleico (DNA) de fita dupla icosaédricos, sem envelope, com diâmetros que variam de 65 a 80 nm (HUR et al., 2013). Adenovírus (FIGURA 2) normalmente causam infecções leves envolvendo o trato respiratório superior ou inferior, o trato gastrointestinal ou a conjuntiva (HUR et al., 2013). A infecção por adenovírus do tipo entérico pode aumentar o apetite e a ingestão de alimentos, diminuindo os níveis do hormônio leptina (efeito sobre o controle do apetite e massa corpora), aumentando assim a prevalência de obesidade (HUR et al., 2013).

A infecção por adenovírus entérico apresenta como sintomas diarreia, vômito e febre. O diagnóstico é realizado através do isolamento do vírus adenovírus em cultura de células ou por detecção de aumento no número de anticorpos (HUR et al., 2013).

Não há terapia antiviral. Há vacinas somente contra o vírus adenovírus que atinge o trato respiratório. A prevenção é feita através de boas condições sanitárias

e por medidas higiênicas pessoal. O principal tratamento da infecção é a reposição de líquidos e eletrólitos para evitar a desidratação (HUR et al., 2013).

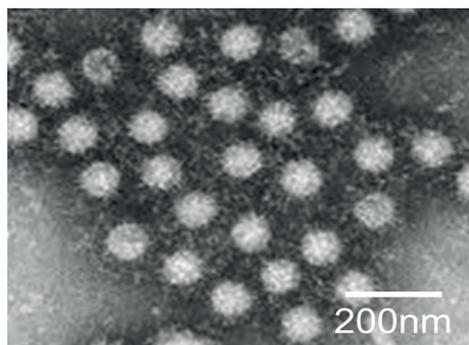


FIGURA 2: Adenovírus

### *Astrovírus*

Vírus pertencentes à família *Astroviridae*, que compreende dois dois gêneros: *Mamastrovirus* e *Avastrovirus*. O *Mamastrovirus* inclui os astrovírus que infectam os humanos e animais. Os *Avastrovirus* incluem os astrovírus que infectam aves (GEONG et al., 2012). É classificado em oito tipos humanos clássicos (HAstV-1/8) e sete outros tipos menos prevalentes, descritos como HAstV VA1, VA2, VA3, VA4, MLB-1, MLB-2 e MLB-3. O astrovírus (FIGURA 3) possui capsídeo icosaédrico, com cerca de três proteínas e é formado por RNA de fita dupla (GEONG et al., 2012).

Durante os surtos por astrovírus, os idosos e as crianças são os mais afetados, e a disseminação do vírus está associada ao contato de pessoa a pessoa, ingestão de alimentos e água contaminada. A infecção por astrovírus possui como principal sintoma diarreia aquosa leve, cefaleia, náuseas, vômitos e mal-estar generalizado (GEONG et al., 2012). O infectado mais grave pode apresentar também anorexia, dores abdominais, febre e desidratação branda (MEDICI et al., 2015).

O diagnóstico da toxinfecção causada por astrovírus é realizado através da detecção de partículas virais ou espécimes virais nas fezes ou *swabs* retais (GEONG et al., 2012). A prevenção contra a toxinfecção por astrovírus é o saneamento básico, ingestão de alimentos bem cozidos e a higienização pessoal, dos alimentos e utensílios (GEONG et al., 2012). Não há vacina nem terapia antiviral contra o vírus e o tratamento consiste em prevenir a desidratação ou reidratar o doente, em casos mais graves (GEONG et al., 2012; MEDICI et al., 2015).

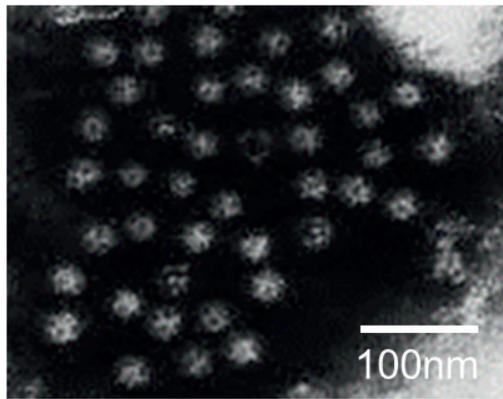


FIGURA 3: Astrovírus

### *Hepatite A*

Vírus da Hepatite A (FIGURA 4) apresenta dimensão de 27 nm e pertence à família dos Picornavírus, tal como o vírus da poliomielite. O seu genoma é composto por RNA e não possui envelope (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Encontra-se por todo o mundo, especialmente em lugares onde as condições de higiene são escassas. Espalha-se através da via fecal-oral através da água, alimentos e objetos contaminados e por contato pessoa a pessoa. Raramente ocorrem casos de transmissão percutânea (inoculação acidental) e parenteral (transfusão) do contato direto ou indireto com material fecal. A hepatite A possui 7 genótipos nomeados de I a VII, sendo os genótipos I, II, III e IV capazes de infectar os humanos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

O vírus da hepatite A se instala na mucosa intestinal. Posteriormente os hepatócitos são infectados pelo vírus procedente da viremia primária (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). O vírus se replica nos hepatócitos, gerando inflamação no fígado pela ativação do sistema imunológico. O vírus é excretado nas fezes, podendo sobreviver em condições ambientais por um longo período. A toxinfecção por astrovírus apresenta como sintomas diarreia aquosa leve, cefaleia, náuseas, vômitos e mal-estar generalizado (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Em casos mais graves o infectado pode apresentar também anorexia, dores abdominais, febre e desidratação.

A transmissão do astrovírus se dá de forma fecal-oral, por contato íntimo com pessoas infectadas e pela ingestão de água e alimentos contaminados (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). O diagnóstico da doença é feito através da detecção de partículas virais nas fezes e/ou, *swabs* retais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). A prevenção contra a toxinfecção por astrovírus é o saneamento básico, ingestão alimentos bem cozidos e a higienização correta das mãos, alimentos e utensílios (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Não há vacina nem terapia antiviral contra o vírus da hepatite A, e o tratamento consiste em prevenir a desidratação ou reidratar pacientes mais graves (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

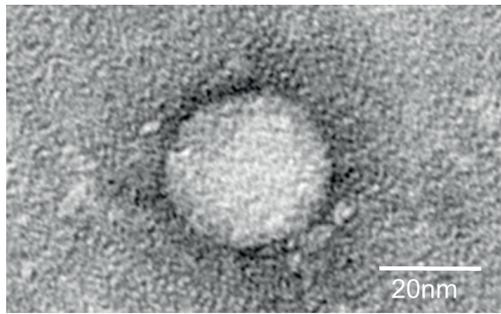


FIGURA 4: Vírus da Hepatite A

### Hepatite E

O vírus Hepatite E (FIGURA 5) é pequeno (27-34 nm) não envelopado, com um genoma de RNA. Pertence ao gênero *Hepevirus*, da família *Hepeviridae* (LU et al., 2006; AHMAD et al., 2011). A hepatite E é uma toxinfecção transmitida por ingestão de água, alimentos contaminados e/ou por dejetos humanos e de animais. A transmissão pode ocorrer também de forma vertical (de mãe para filho) (LU et al., 2006). O vírus replica primeiramente no trato gastrointestinal, depois migra para o fígado, multiplicando-se nos hepatócitos. As partículas do vírus são excretadas pelas fezes (LU et al., 2006; AHMAD et al., 2011). Os principais sintomas da infecção são dor abdominal, náuseas, vômitos, anorexia e icterícia (LU et al., 2006; AHMAD et al., 2011). A hepatite E pode acontecer também de forma assintomática (KRAWCZYNSKI et al., 2011). A mortalidade, em geral, é baixa, mas em mulheres grávidas, principalmente no terceiro trimestre de gestação, essa porcentagem pode chegar a 25% (AHMAD et al., 2011; KRAWCZYNSKI et al., 2011).

O diagnóstico da Hepatite E é realizado por detecção de anticorpos (imunoglobulinas M [IgM] e imunoglobulinas G [IgG]) no soro. Não há vacina comercializada para a hepatite E. Normalmente a cura da doença é espontânea, porém o tratamento sugere-se repouso e proibição do uso de bebida alcoólica (AHMAD et al., 2011). A prevenção é através das condições adequadas de higiene e saneamento público (AHMAD et al., 2011).

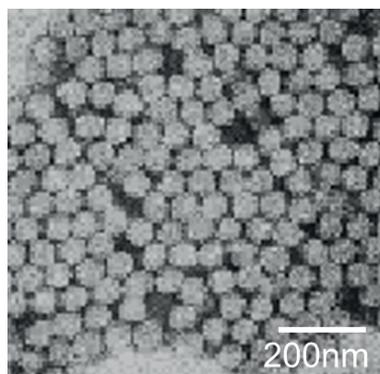


FIGURA 5: Vírus da Hepatite E

## Poliovírus

Poliovírus (FIGURA 6) pertence ao gênero *Enterovirus*, da família *Picornaviridae*. É o agente que causa a poliomielite nos humanos. É um vírus simples, com apenas um RNA de cadeia simples, sem envelope e com uma cápside de proteína icosaédrica de 30nm (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

O vírus da poliomielite é transmitido, geralmente, pela via fecal-oral (pela água, alimentos ou objetos contaminados), pela via direta (pessoa a pessoa) E/ou pela via oral-oral, por gotículas de secreções ao falar, tossir ou espirrar (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). O poliovírus se replica na orofaringe, posteriormente migra para o intestino delgado. Na poliomielite parálitica, o poliovírus é disseminado na corrente sanguínea, até o sistema nervoso central, destruindo principalmente os neurônios motores, gerando no doente, fraqueza muscular e paralisia flácida. A letalidade da poliomielite varia de 2 a 10% (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

As formas paráliticas da poliomielite são pouco frequentes, ocorrendo em 1 a 1,6% dos casos. Quando a poliomielite é sintomática, apresenta-se dividida em três classes: Primeira classe, poliomielite abortiva - há o aparecimento de febre, sem sinais de localização no sistema nervoso central. Na segunda classe há o aparecimento de febre e meningite asséptica com recuperação rápida e completa. Na terceira classe, poliomielite parálitica, o infectado apresenta febre associada a irritação na meninge e a paralisia flácida assimétrica. Nas partes afetadas surgem câimbras e espasmos musculares. Na toxinfecção aguda da poliomielite parálitica, o poliovírus invade o sistema nervoso central, gera uma lesão total ou parcial dos neurônios motores espinais, interrompendo algumas inervações de fibras musculares, causando a paralisia flácida (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Pessoas que tiveram poliomielite parálitica podem apresentar sintomas de alterações neurológicas, fraqueza, fadiga, atrofia muscular, dor muscular e articular, distúrbios do sono, intolerância ao frio, dificuldade respiratória e de deglutição e aumento de peso. Esses sintomas são denominados como “Síndrome Pós-poliomielite” (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

No Brasil, a vacina contra a poliomielite faz parte do calendário de vacinação, tendo sua distribuição gratuita, sendo esta administrada em quatro doses, aos 2 meses, depois 4 meses, 6 meses e 15 meses de vida (vacina de reforço) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). O diagnóstico é feito através do isolamento do poliovírus em material da garganta, fezes ou pelo aumento de anticorpos. A quarentena dos infectados pelo poliovírus é ineficaz, pois a excreção do poliovírus nas fezes, ocorre antes do aparecimento dos sintomas. Não há terapia antiviral para a poliomielite. O tratamento baseia-se em aliviar os sintomas, auxiliar na respiração, e fisioterapia dos músculos afetados (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

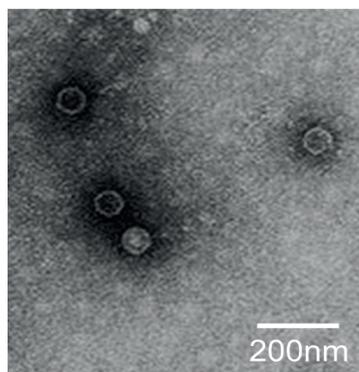


FIGURA 6: Poliovírus

### 3.2 Detecção de vírus em alimentos

Métodos baseados em cultura celular podem ser usados para detectar alguns vírus transmitidos por alimentos, usando uma série de etapas de concentração e purificação para eluir o vírus da matriz alimentar, tomando cuidado especial para evitar a redução da infectividade do vírus. Métodos baseados em cultura de células têm sido usados para amplificar inicialmente os ácidos nucleicos virais, e remover inibidores, antes da detecção por PCR em Tempo Real (qRT-PCR). Este ensaio de qRT-PCR tem sido usado para detectar Rotavírus, Adenovírus, Norovírus, Astrovírus, Hepatite A, Hepatite E, e **Poliovírus** em alimentos (SÁNCHEZ et al., 2012; STALS et al., 2013; PERRIN et al., 2015).

A quantificação de vírus representa um avanço nas investigações de surtos e no monitoramento de rotina, pois pode fornecer dados para desenvolver níveis de aceitação em produtos alimentícios e o desenvolvimento de avaliações de risco quantitativas (SÁNCHEZ et al., 2012). A quantificação por qRT-PCR pode ser feita usando uma curva padrão gerada a partir de quantidades conhecidas da sequência alvo representada por RNA ou DNA transcrito sintético ou in vitro (SÁNCHEZ et al., 2012; STALS et al., 2013; PERRIN et al., 2015). Independentemente do método utilizado, o passo mais crítico é a reação de transcrição reversa (RT) (VIMONT et al., 2015). Entretanto, a quantificação de vírus pode variar com o uso de diferentes materiais padrão por cada laboratório de análise. Isso sugere que o uso de reagentes padrão certificados, pode reduzir a variação (VIMONT et al., 2015). É importante ressaltar que os vírus geralmente são distribuídos de forma desigual em um lote de alimentos, tornando necessário testar réplicas ou um conjunto de amostras para obter os resultados qualitativos ou quantitativos mais confiáveis (SÁNCHEZ et al., 2012; STALS et al., 2013; PERRIN et al., 2015).

Atualmente, não existem critérios microbiológicos reguladores (por exemplo, padrões, diretrizes ou especificações) aplicados a vírus. A maioria das empresas e autoridades alimentares solicitam principalmente resultados qualitativos como parte dos testes de higiene de produção ou investigações de surtos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Para confirmação de um sinal positivo de presença de vírus por qRT-

PCR e para auxiliar estudos epidemiológicos, recomenda-se a tipagem sistemática de cepas ligadas a surtos de doenças e vigilância de vírus em alimentos “saudáveis”, ou seja, sem a contaminação viral (SÁNCHEZ et al., 2012; STALS et al., 2013; PERRIN et al., 2015).

### 3.3 Detecção de vírus em amostras clínicas

O diagnóstico das infecções virais emergiu nas últimas décadas como uma importante ferramenta na medicina, contribuindo de forma efetiva na identificação do patógeno, direcionando o tratamento da doença (TAVARES et al., 2005; SEDLAK et al., 2013; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018). Até recentemente o diagnóstico das viroses não era realizado em laboratórios clínicos ou hospitais, pois as técnicas utilizadas eram muito lentas e caras, os reagentes não estavam disponíveis e não se tinha ainda tratamento para as infecções virais, limitando a utilidade dos testes diagnósticos (SEDLAK et al., 2013; WYLIE, K.M. et al., 2018).

O diagnóstico laboratorial das viroses tem sido dividido em diagnóstico clássico, que inclui as técnicas e identificação de vírus, e a sorologia e o diagnóstico rápido das viroses, que visa à demonstração direta do vírus, de antígenos ou de ácidos nucleicos virais em amostras clínicas. Algumas técnicas para a identificação de vírus não são imunológicas e não dependem da ligação de antígeno e anticorpo. Estas técnicas são baseadas na biologia molecular dos vírus, especificamente na identificação de sequências únicas do ácido nucleico. As técnicas de biologia molecular são imprescindíveis como ferramentas para a detecção de doenças virais, para o monitoramento da carga viral, para o acompanhamento da terapia antiviral e para a genotipagem de diversos vírus (LIU et al., 2018). O desenvolvimento da PCR em tempo real permitiu a aplicação de um método quantitativo no diagnóstico laboratorial das infecções virais (DONIA, 2018; WYLIE, K.M. et al., 2018).

Atualmente outra técnica apresenta uma demanda notável para identificar vírus de amostras clínicas de maneira rápida, seletiva e precisa, é o uso de biossensores (MOKHTARZADEH et al., 2017). Vários biossensores foram projetados e comercializados para detecção de vírus patogênicos em amostras clínicas. No entanto, eles apresentam muitos desafios quanto a precisão de resultados (MOKHTARZADEH et al., 2017). A nanotecnologia supera esses desafios e realiza a detecção direta de alvos moleculares em tempo real. Nesta visão geral, estudos sobre biossensores, baseados em nanotecnologia para detecção de vírus patogênicos estão sendo estudados e aplicados em análises de amostras clínicas. Dentre as tecnologias estão as nanotecnologias baseadas em nanotubos (carbono, ouro, prata e zinco) e nanopartículas magnéticas (MOKHTARZADEH et al., 2017).

## 4 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados apontados pela presente pesquisa foi possível concluir que: As viroses alimentares ocupam um lugar de destaque, causando grandes problemas na saúde da população mundial. Através desta pesquisa bibliográfica foi possível verificar as diferentes toxinfecções causadas por vírus em alimentos, demonstrando que há a necessidade de uma maior notificação dessas viroses alimentares, a fim de reduzir o número de casos dessas patologias. A propagação do vírus se deve a inadequadas condições sanitárias, uma vez que a principal via de transmissão dessas toxinfecções é a via fecal-oral, sendo os países em desenvolvimento os mais atingidos. A prevenção contra a contaminação de alimentos se faz necessário, garantindo o controle das transmissões virais, reduzindo significativamente as toxinfecções. A metodologia qRT-PCR oferece uma vantagem do uso da biologia molecular para detecção de diferentes tipos de vírus em amostras clínicas e de alimentos. Melhorias tecnológicas de protocolos, instrumentos e estratégias biológicas determinam uma maior popularidade da metodologia qRT-PCR para a detecção de vírus em amostras clínicas e de alimentos. Espera-se que em um futuro próximo, todas as tecnologias aplicadas na detecção de vírus em amostras clínicas, possam também serem eficientes na detecção de vírus patogênicos em amostras de alimentos.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, I., et al. Molecular virology of hepatitis E virus. **Virus Research**, v. 161, n. 1, p. 47-58, 2011.
- BRASIL. **Guia de vigilância epidemiológica / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica**. – 7. ed. – Brasília. Ministério da Saúde, 2009. 816 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
- BERGERON, J. G. et al. Rapid-response risk evaluation of Ebola spread via the food system. **IBM Journal of Research and Development**, v. 60, p. 1–3, 2016.
- BWOGI, J. et al. The epidemiology of rotavirus disease in under-five-year-old children hospitalized with acute diarrhea in central Uganda, 2012-2013. **Archives of Virology**, v. 161, n. 4, p. 999-1003, 2016.
- CDC (CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION). **Norovirus worldwide**. 2016. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/norovirus/worldwide.html>>. Acesso em: 19 set. 2018.
- DONIA, D. T. qRT-PCR for enterovirus detection: Conversion to ultrafast protocol. **Journal of King Saud University – Science**, v. 30, n. 2, p. 180-184, 2018.
- HUR, S. J., et al. Effect of adenovirus and influenza virus infection on obesity. **Life Sciences**, v. 93, n. 16, p. 531-535, 2013.
- JACXSENS, L. et al. Quantitative farm-to-fork human norovirus exposure assessment of individually quick-frozen raspberries and raspberry puree. **International Journal of Food Microbiology**, v. 242, p. 87–97, 2017.

- JEONG, H. S. et al. Epidemiology of astrovirus infection in children. **Korean Journal of Pediatrics**, v. 55, n. 3, p. 77-82, 2012.
- JONES, T. H.; MUEHLHAUSER, V. Frequency of hepatitis E virus, rotavirus and porcine enteric calicivirus at various stages of pork carcass processing in two pork processing plants. **International Journal of Food Microbiology**, v. 259, n. 16, p. 29-34, 2017.
- KITTIGUL, L. et al. A comparison of virus concentration methods for molecular detection and characterization of rotavirus in bivalve shellfish species. **Food Microbiology**, v. 46, p. 161-167, 2015.
- KOKKINOS, P. et al. Virological fit-for-purpose risk assessment in a leafy green production enterprise. **Food Control**, v. 51, p. 333-339, 2015.
- KRAWCZYNSKI, K. et al. Pathogenetic elements of hepatitis E and animal models of HEV infection. **Virus Research**, v. 161, n. 1, p. 78-83, 2011.
- LIU, P., et al. A novel multiplex PCR for virus detection by melting curve analysis. **Journal of Virological Methods**, v. 262, p. 56-60, 2018.
- LU, L., et al. Phylogenetic analysis of global hepatitis E virus sequences: genetic diversity, subtypes and zoonosis. **Reviews Medical Virology**, v. 16, n. 1, p. 5-36, 2006.
- MEDICI, M. C., et al. Genetic heterogeneity and recombination in type-3 human astroviruses. **Infection, Genetics and Evolution**, v. 32, p. 156-160, 2015.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Doenças transmitidas por alimentos**. 2018. Disponível em: <<https://www.portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-transmitidas-por-alimentos>>. Acesso em: 19 set. 2018.
- MIZUKOSHI, F., et al. A food-borne outbreak of gastroenteritis due to genotype G1P[8] rotavirus among adolescents in Japan. **Microbiology and Immunology**, v. 58, n. 9, p. 536-539, 2015.
- MOKHTARZADEH, A., et al. Nanomaterial-based biosensors for detection of pathogenic virus. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 97, p. 445-457, 2017.
- MÜLLER, A., et al. Assessment of the risk of foodborne transmission and burden of hepatitis E in Switzerland. **International Journal of Food Microbiology**, v. 242, p. 107-115, 2017.
- PERRIN, A., et al. Rapid, simple and efficient method for detection of viral genomes on raspberries. **Journal of Virological Methods**, v. 224, p. 95-101, 2015.
- POLO, D.; FEAL, X.; ROMALDE, J.L. Mathematical model for viral depuration kinetics in shellfish: an useful tool to estimate the risk for the consumers. **Food Microbiology**, v. 49, p. 220-225, 2015.
- SÁNCHEZ, G., et al. Discrimination of Infectious Hepatitis A Viruses by Propidium Monoazide Real-Time RT-PCR. **Food and Environmental Virology**, v. 4, n. 1, p. 21-25, 2012.
- SARNO, E. et al. Estimated exposure to hepatitis E virus through consumption of swine liver and liver sausages. **Food Control**, v. 73, p. 821-828, 2017.
- SEDLAK, R. H.; JEROME, K.R. Viral diagnostics in the era of digital polymerase chain reaction. **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**, v. 75, p. 1-4, 2013.
- STALS, A., et al. Viral genes everywhere: public health implications of PCR-based testing of foods. **Current Opinion in Virology**, v. 3, n. 1, p. 69-73, 2013.
- TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 718p., 2008.

TAVARES, T. M. et al. Vírus entéricos veiculados por água: aspectos microbiológicos e de controle de qualidade da água. **Revista de Patologia Tropical**, v. 34, n. 2, p. 85-104, mai.ago., 2005.

VIMONT, A., et al. Efficacy and Mechanisms of Murine Norovirus Inhibition by PulsedLight Technology. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 81, n. 8, p. 2950-2957, 2015.

WYLIE, K.M. et al. Detection of Viruses in Clinical Samples by Use of Metagenomic Sequencing and Targeted Sequence Capture. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 56, n. 12, p. 1111-1123, 2018.

XAVIER, M. P. T. P. et al. Detection of caliciviruses associated with acute infantile gastroenteritis in Salvador, an urban center in Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 42, p. 438-444, 2009.

XIAO, N., et al. Epidemiological and clinical studies of rotavirus-induced diarrhea in China from 1994–2013. **Human Vaccines & Immunotherapeutics**, v. 10, n. 12, p. 3672-3680, 2014.

## USO DE CULTURAS PROBIÓTICAS EM PRODUTOS CÁRNEOS FERMENTADOS

### **Nayane Valente Batista**

Universidade Federal Rural do Semi-árido-  
UFERSA  
Mossoró- RN

### **Ana Indira Bezerra Barros Gadelha**

Universidade Federal Rural do Semi-árido-  
UFERSA  
Mossoró- RN

### **Fernanda Keila Valente Batista**

Instituto Federal do Ceará-IFCE  
Limoeiro do Norte- CE

### **Ísis Thamara do Nascimento Souza**

Universidade Federal Rural do Semi-árido-  
UFERSA  
Mossoró- RN

### **Jéssica Taiomara Moura Costa Bezerra de Oliveira**

Mossoró-RN

### **Marcia Marcila Fernandes Pinto**

Universidade Federal Rural do Semi-árido-  
UFERSA  
Mossoró- RN

### **Nicolas Lima Silva**

Universidade Federal do Ceará- UFC  
Fortaleza-CE

### **Palloma Vitória Carlos de Oliveira**

Universidade Federal Rural do Semi-árido-  
UFERSA  
Mossoró- RN

### **Scarlett Valente Batista**

Instituto Federal do Ceará-IFCE

Limoeiro do Norte- CE

### **Vitor Lucas de Lima Melo**

Universidade Federal Rural do Semi-árido-  
UFERSA  
Mossoró- RN

**RESUMO:** Alimentos saudáveis e funcionais ganham cada vez mais a preferência dos consumidores em detrimento de alimentos altamente industrializado. Neste contexto, a indústria de alimentos é instigada a buscar alternativas visando atender a nova exigência do seu público. A inclusão de cepas probióticas já é bastante significativa em produtos derivados do leite, porém ainda são escassos produtos cárneos que tenham em sua composição organismos vivos que caracterizem tal alimento como funcional. Uma alternativa para a indústria de processamento de carne, seria a aplicação de culturas probióticas em produtos fermentados, substituindo as culturas *starters*, utilizadas tradicionalmente no processo fermentativo, por cepas com função probiótica. Portanto, nessa revisão, objetiva-se fornecer uma visão ampla sobre o emprego de culturas vivas benéficas em produtos cárneos fermentados, tendo como embasamento relatos científicos sobre o assunto em questão.

**PALAVRAS-CHAVE:** alimentos funcionais, cepas probióticas, fermentação.

**ABSTRACT:** Healthy and functional foods are gaining more and more consumer over highly to the detriment processed foods. In this context, the food industry is instigated to look for alternatives to meet this new requirement of its public. The inclusion of probiotic strains is already quite significant in dairy products, but there are still few meat products that have in their composition living organisms that characterize such food as functional. An alternative to the meat processing industry would be to apply probiotic cultures to fermented products, replacing *starters* cultures traditionally used in the fermentative process with probiotic function strains. Therefore, this review aims to provide a broad view on the use of beneficial live cultures in fermented meat products, based on scientific reports on the subject in question.

**KEYWORDS:** functional foods, probiotic strains, fermentation.

## 1 | INTRODUÇÃO

Grande parte dos processos aplicados, atualmente, na indústria da carne para conservação, bem como para melhorar o perfil sensorial, foram descobertos por acaso, como, por exemplo, o processo de fermentação utilizado na elaboração dos embutidos crus curados, também conhecidos como produtos cárneos fermentados (Mendes et al., 2017).

Inicialmente, a fermentação de alimentos se dava de forma espontânea e sem a intervenção direta do homem, a partir da ação dos microrganismos presentes naturalmente na matéria prima (Roselino, 2016). A fundamentação científica do processo de fermentação e o crescente interesse na conservação de alimentos proporcionou um avanço nas técnicas aplicadas na indústria, e hoje, na elaboração de produtos fermentados utilizam-se culturas iniciadoras, *starters*, de forma controlada, visando tanto prolongar a vida útil do alimento, como atribuir aos produtos características sensoriais diferenciadas (Ordonez, 2005a).

Contundo, a necessidade em atender exigências do consumidor moderno, que busca produtos mais saudáveis e funcionais, a substituição de culturas iniciadoras tradicionalmente utilizadas na fermentação por culturas com potencial probiótico nos embutidos cárneos fermentados, tornou-se objeto de diversos estudos tendo em vista que esta microbiota funcional já é utilizada com sucesso em produtos lácteos (Novello e Pollonio, 2015; Grando et al., 2016; Roselino, 2016).

Grando et al. (2016) citam os inúmeros efeitos benéficos ao organismo, resultantes da adição de probióticos em alimentos, dentre eles, um maior equilíbrio da flora intestinal, controle dos níveis de colesterol, ação em diarreias e redução do risco de desenvolvimento de câncer, produção de vitaminas e aumento da resposta imune, aumento da absorção de minerais, alívio da constipação e redução da intolerância à lactose.

Diante de tais benefícios e dada a importância desse assunto, o objetivo nesta revisão é abordar os principais aspectos relacionados a aplicação de culturas com

potencial probiótico na elaboração de produtos cárneos, tendo como embasamento os relatos científicos sobre o assunto em questão.

## 2 | FERMENTAÇÃO

A fermentação, é utilizada para conservação de alimentos há mais de 6000 anos, e juntamente com a salga e secagem, é considerada uma das mais antigas técnicas empregadas com o objetivo de preservar alimentos e bebidas, devido a sua efetividade em aumentar a vida de prateleira, por meio da ação de microrganismos e de seus metabólitos, que inibem o crescimento e a sobrevivência de microrganismos indesejáveis e, adicionalmente, conferem atributos sensoriais agradáveis ao paladar (Karlsson e Semberg, 2011; Ross et al., 2002).

Ordonez (2005a) define fermentação como a modificação intencional dos alimentos, pelo favorecimento da atividade de certos microrganismos de forma controlada, para obter produtos de sabor agradável, saudáveis e estáveis, aplicando-se em vários ramos da indústria de alimentos, desde bebidas alcoólicas, produtos lácteos, produtos de panificação e até mesmo em produtos cárneos.

Existem vários tipos de fermentação, destacando-se na indústria dos alimentos a fermentação láctica, cujo substrato são os monossacarídeos, e o produto final é apenas ácido láctico quando a fermentação é por microrganismos homofermentativos, já a utilização de microrganismos heterofermentativos permite a formação de ácido láctico, etanol e CO<sup>2</sup> (Ordonez, 2005a).

A adoção desse método na indústria de processamento de alimentos traz inúmeras vantagens, dentre elas, destacam-se a preservação das propriedades nutricionais e, às vezes, sensoriais, devido as condições brandas de temperatura e pH impostas, modificação da matéria prima com obtenção de produtos com novo aroma, sabor e textura, reduzido consumo de energia para sua execução, baixo custo de investimento e operação e tecnologia considerada simples (Fellows, 2006).

As alterações nos alimentos provenientes do processo de fermentação, decorrem da ação de leveduras e bactérias, que convertem os açúcares em ácidos orgânicos, gases e álcool na ausência de oxigênio ou de um sistema de transporte de elétrons, para obtenção de energia, ampliando, assim, a vida de prateleira e a segurança do produto final (Kumar et al., 2015).

A inibição de microrganismos patogênicos e deteriorantes nos alimentos fermentados, ocorre por um conjunto de mecanismos, dentre eles, cita-se a ação de vários metabólitos antimicrobianos produzidos durante a fermentação, destacando-se nesse aspecto os ácidos orgânicos, láctico, acético e propiônico, que causam acidificação do meio, interferem na manutenção do potencial de membrana e reduzem o pH intracelular (Roselino, 2016). A produção desses metabólitos, dependerá, dos tipos de microrganismos utilizados, da matéria-prima, das condições

de processamento, etc. (Kumar et al., 2015).

Um aumento na vida útil dos alimentos fermentados, também é possibilitado pela competição entre os microrganismos pelo substrato do alimento, pela diminuição do potencial redox e pela redução da atividade de água em consequência do processo de maturação ao qual alguns alimentos passam (Ordonez, 2005a).

Fellows (2006), relata os principais efeitos da fermentação nos alimentos do ponto de vista sensorial, atribuindo o aroma próprio dos alimentos fermentados, à formação de componentes químicos voláteis e a interação desses componentes nos processos de fermentação e maturação.

A alteração da cor, ainda segundo Fellows (2006), pode ocorrer devido à elevação de temperatura, a estabilidade dos pigmentos proporcionada pelo pH, e pela formação de novos pigmentos gerados por reações químicas. Quanto ao sabor, ele atribui as mudanças que ocorrem, à produção dos ácidos orgânicos, na glicólise, que confere uma diminuição do pH do produto, à adição de sal pela indústria, para minimizar essa acidez em alguns produtos, além da ação de enzimas que retiram o componente amargo e modificam o sabor.

Durante o processo de fermentação, ocorre ainda alterações na composição química do alimento. A hidrólise de proteínas e carboidratos pelos microrganismos para produção de substrato para o crescimento celular, proporcionam um aumento da digestibilidade desses componentes (Fellows, 2006). Além disso, alguns microrganismos possuem a capacidade de secretar vitaminas, tornando assim, o alimento mais nutritivo (Ordonez, 2005a).

### **3 | PRODUTOS CÁRNEOS FERMENTADOS**

Os produtos cárneos fermentados ou embutidos cárneos fermentados, são elaborados com carne crua triturada e gordura, com ou sem miúdos, com adição de especiarias, submetidas ao processo de fermentação láctica que causa o acúmulo de ácido láctico com a crescente queda do pH (Ordonez, 2005b), que varia entre 4,6 e 5,2 (Price e Schweigert 1994). A segurança e qualidade dos alimentos fermentados, são garantidos pela adição de sal, de nitrito, bem como pelo pH e o controle da temperatura na fermentação (Ruusunen e Puolanne, 2005).

Na aplicação da fermentação em produtos cárneos, objetiva-se o desenvolvimento de um produto com características sensoriais próprias, com textura firme para fatiabilidade, e com prolongamento da vida de prateleira da carne, através da inibição de bactérias deteriorantes e patogênicas (Mendes et al., 2017).

Dentre os gêneros de microrganismos utilizadas na produção de alimentos com culturas vivas benéficas, predominam as bactérias ácido-lácticas, que se destacam como culturas iniciadoras na elaboração de produtos cárneos fermentados, devido à sua atividade metabólica segura e capacidade de produzir ácidos orgânicos rapidamente (Kumar et al., 2015).

Os produtos fermentados são muito apreciados pelos consumidores, mas, apesar disso, estes produtos têm sido duramente criticados devido ao elevado teor de gordura e de sal, presença de nitrito residual e de compostos potencialmente tóxicos, como destacam Coloretti et al. (2008).

Atualmente, existe uma enorme gama de produtos cárneos fermentados, como chouriços, salames, linguiças fermentadas, etc., estes diferem em função da matéria-prima, dos ingredientes utilizados, do tamanho das partículas, tempo de fermentação e perfil sensorial (Lücke, 2000).

## 4 | PROBIÓTICOS

A Organização Mundial de Saúde (OMS), define probióticos como “organismos vivos, que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios para a saúde do hospedeiro” (FAO/WHO, 2001). A inclusão de probióticos na alimentação é conhecida desde o início do século XX, e a partir daí sua adição nos alimentos se deu em produtos consumidos diariamente, como os derivados lácteos (Molin, 2001).

Para garantir a segurança do consumidor e a eficiência dos probióticos, foram estabelecidos alguns critérios. As cepas probióticas devem trazer benefícios à saúde do hospedeiro, sobreviver ao processamento do alimento e a passagem por todo o trato gastrointestinal, para isso devem ser tolerantes ao baixo pH do suco gástrico, aos sais biliares e as enzimas digestivas, além de ter sua origem conhecida, com histórico de não patogenicidade e a ausência de genes que determinem resistência a antibióticos e exercer atividade antimicrobiana em relação aos patógenos (Ammor e Mayo, 2007; Stanton et al., 2003).

Além do que, para um alimento ser considerado probiótico, é exigido que o número de células bacterianas vivas, em todos os estágios, até seu consumo, deve estar entre  $10^6$ - $10^8$  UFC/g<sup>-1</sup> (Shah, 2001; Libudzisz, 2006).

Do consumo regular de alimentos probióticos, decorrem inúmeros benefícios, dentre eles, vale citar, a modulação do sistema imune, a restauração da integridade do cólon, a diminuição da incidência e da duração das infecções intestinais, a melhor digestão dos alimentos, diminuição nos níveis séricos de colesterol no sangue, redução do risco de doenças atópicas e alergias, efeitos anticarcinogênicos e alívio dos sintomas causados pela intolerância à lactose (Jahreis et al., 2002; Karlsson e Semberg, 2011; Maia, 2018).

A imunomodulação proporcionada pelos probióticos, advém da capacidade desses em interagir com as células epiteliais intestinais, impulsionando a resposta do sistema imunológico (Damião et al., 2009; Ramos, 2006).

O auxílio dos probióticos no tratamento de infecções intestinais, se dá através da exclusão de microrganismos indesejáveis pela indisponibilidade do substrato,

pelo bloqueio dos sítios de adesão, e pela produção de substâncias que inibem as bactérias patogênicas, as bacteriocinas (Mendes, 2017).

O consumo de produtos fermentados que contenham cepas de *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, por indivíduos que apresentam intolerância a lactose, auxiliam na digestão e absorção de lactose, pela ação da enzima  $\beta$ -galactosidase, que atua durante a fermentação e no intestino (Savaiano, 2014).

Atualmente, sabe-se da existência de inúmeros microrganismos probióticos, destacando-se na produção de alimentos funcionais as bactérias ácido-lácticas (BAL) dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (Solanki et al., 2013). As BAL estão presentes naturalmente em produtos lácteos, em vegetais, em grãos, carnes e seus derivados, e nos tratos gastrintestinal, respiratório e urogenital de diferentes espécies animais (Resende et al., 2011).

Além de exercer função de probiótico, as atividades metabólicas desempenhadas pelas BAL e seus produtos desenvolvem características sensoriais desejáveis, além da produção de agentes antimicrobiano que aumentam a vida de prateleira e a qualidade sanitária dos alimentos (Nascimento, 2017).

É importante salientar que nem todo alimento fermentado deve ser considerado um probiótico, pois nem toda cultura iniciadora tem as características de um probiótico, como ressalta Sanders (2009).

Dentro da indústria de laticínios os produtos lácteos funcionais, com adição de culturas probióticas é bastante difundido, como iogurtes, leites fermentados e bebidas lácteas fermentadas, porém, ainda são escassos no mercado produtos cárneos que dispõem desses benefícios (Rosselino, 2016).

## 5 | USO DE PROBIÓTICOS EM PRODUTOS CÁRNEOS FERMENTADOS

Estudos vêm demonstrando que a carne é um excelente meio para inoculação de bactérias probióticas, e dentre os produtos cárneos processados, os fermentados ganham destaque pelas características intrínsecas ao seu processamento. Diante da ideia que para se incluir uma cultura probiótica a qualquer alimento este deve ser adaptado às condições impostas pelo produto, sugestiona-se a união de produtos de carne fermentados com inoculação da cepa probiótica (Jaworska et al., 2011).

Neste sentido, destaca-se dentre os produtos fermentados, o salame, tendo em vista que este alimento, tem como característica o seu consumo sem prévio aquecimento, o que causaria a morte dos microrganismos (Erkkilä et al., 2001).

Outro produto que ganha notoriedade nesse sentido, são as salsichas fermentadas a seco, as quais não são submetidas a processamento térmico, sendo assim um veículo adequado para cultura bacteriana viva benéfica (Kumar et al., 2015).

Jaworska et al. (2011), estudaram a sobrevivência de cepas probióticas em

lombo de porco submetidos a fermentação, e ao submeter o produto a avaliação microbiológica após 3 semanas do processo de maturação e 6 meses de armazenamento ( $4 \pm 1$  °C), obtiveram bom crescimento e sobrevivência das cepas probióticas. Os autores ainda sugerem a adição de 0,2% de glicose ao lombo de porco fermentado, tendo em vista que esta adição proporcionou um aumento no número de LAB em relação às amostras sem açúcar.

Apesar dos resultados positivos obtidos em estudos desenvolvidos nesse âmbito, a utilização de culturas probióticas em derivados cárneos possui um grande entrave, a sensibilidade dessas bactérias ao sal e aos agentes de cura utilizados como ingredientes nos produtos fermentados, o que não permite que as cepas permaneçam viáveis até o consumo do produto, perdendo assim a característica de alimento funcional (Macedo et al., 2005).

Assim, existe a necessidade de seleção de bactérias probióticas resistentes ao nitrito, ao nitrato e ao cloreto de sódio para a elaboração de produtos cárneos fermentados funcionais (Pamanoli et al., 2003).

Nesse contexto, em trabalho desenvolvido por Macedo et al. (2005), avaliando a resistência a sais de cura de três espécies probióticas de *Lactobacillus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei*, *Lactobacillus casei* ssp. *rhamnosus*, obteve-se resultados satisfatórios, demonstrando que estas cepas têm potencial para serem utilizadas no desenvolvimento de produtos cárneo fermentados com ação probiótica.

O pH, o peróxido de hidrogênio, oxigênio, temperatura de armazenamento, são fatores que podem afetar negativamente a viabilidade dos probióticos, diante disso, sugere-se a utilização da microencapsulação, para manutenção de sua viabilidade (Barreto et al., 2015). A microencapsulação consiste no revestimento de materiais bioativos com outros materiais de proteção ou suas misturas (Huq et al., 2013).

Turhan et al. (2017), selecionaram materiais possíveis de serem utilizados no revestimento de microrganismos para serem usados como probióticos na produção de linguiça seca fermentada, a sucuk, alimento tradicional na Turquia, e relataram que os materiais de revestimentos usados ofereceram maior proteção para os probióticos, pois a mistura de agentes prebióticos, como peptídeo e alginato de sódio e gelatina, elementos da microcápsula utilizada, melhorou a viabilidade das cepas, efeitos esses já confirmados por Chen et al. (2005).

Outra forma de superar essa questão, é a adição de inóculos muito altos no momento da preparação, de modo que o nível mínimo de população bacteriana probiótica no alimento no momento do consumo possa ser obtido (Lucke, 2000), como comprovado por Burdychova et al. (2008) ao desenvolverem salsichas fermentadas com maior contagem inicial de bactérias probióticas, na mistura com duas culturas iniciadoras diferentes (*Staphylococcus carnosus* e *L. curvatus*; ou *Pediococcus acidilactici*), que após 28 dias relataram contagem de  $10^4$  UFC / g da cepa probiótica.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das inúmeras vantagens atribuídas aos probióticos, e buscando atender a um público com novas exigências, a aplicação de culturas probióticas em produtos cárneos pode representar um novo ramo a ser explorado pela indústria. Os estudos desenvolvidos na área, ressaltam as vantagens atribuídas aos probióticos, bem como demonstram a aplicabilidade dessas cepas em produtos cárneos fermentados.

## REFERÊNCIAS

- AMMOR, M.S.; MAYO, B. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as functional starter cultures in dry sausage production: An update. **Meat Science** 76: 138- 146. 2007.
- BARRETO, A.R. et al. Materiais de revestimento utilizados na microencapsulação de probióticos. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37,p.164-174, 2015.
- COLORETTI, F. et al. Combined use of starter cultures and preservatives to control production of biogenic amines and improve sensorial profile in low-acid salami. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.11238-11244, 2008.
- CHEN, K.N. et al. Optimization of incorporated prebiotics as coating materials for probiotic microencapsulation. **Jornal Food Scienc** 2005; 70: 260-267.
- DAMIÃO, A.O.M.C. et al. **Probióticos**. In: Waitzberg LD. Nutrição Oral, Enteral e Parenteral na Prática Clínica. 4 ed. São Paulo: Editora Atheneu; 2009.
- ERKKILÄ, S. et al. Dry sausage fermented by *Lactobacillus rhamnosus* 134 B.CEPPA, Curitiba, v. 23, n. 1, jan./jun. 2005 strains. **International Journal of Food Microbiology**, v. 64, p. 205- 210, 2001.
- FAO/WHO. Evaluation of health and nutritional properties of powder milk and live lactic acid bacteria. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report (2001).
- FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento dos alimentos: princípios e práticas**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- GRANDO, L. C. et al. Elaboração de um patê de frango adicionado de microrganismo probiótico do gênero kefir e enriquecido com farinha de cenoura. **Unoesc & Ciência - ACET** Joaçaba, v. 7, n. 1, p. 61-68, jan./jun. 2016.
- HUQ, T. et al. Encapsulation of probiotic bacteria in biopolymeric system. **Critical Reviews in Food Science And Nutrition**, 53(9), 909-916, 2013.
- KARLSSON, M.; SEMBERG, E. **Tracing probiotics in salami using PCR**. Bachelor project UPPSALA UNIVERSITET 2011.
- KUMAR, P. et al. Quality, functionality, and shelf life of fermented meat and meat products: A review. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [s.l.], v. 57, n. 13, p.2844-2856, 13 out. 2015.
- JAHREIS, G. et al. Influence of probiotic sausage (*Lactobacillus paracasei*) on blood lipids and immunological parameters of healthy volunteers. **Food Research International**, 35, 133–138. 2002.

- JAWORSKA, D. et al. Survival during storage and sensory effect of potential probiotic lactic acid bacteria *Lactobacillus acidophilus* Bauer and *Lactobacillus casei* Bif3/IV in dry fermented pork loins. **International Journal Of Food Science & Technology**, [s.l.], v. 46, n. 12, p.2491-2497, 15 set. 2011.
- LIBUDZISZ, Z. *Zywnosć i probiotyczna*. In: *Mikroorganizmy w żywności i żywieniu* (edited by J. Gawełcki & Z. Libudzisz). Poznań, **Poland: agricultural University**. p.93. 2006.
- LÜCKE, F. K. Utilization of microbes to process and preserve meat. *Meat Science*, v. 56, p. 105-115, 2000.
- NASCIMENTO, L.C.S. Seleção de novas linhagens de bactérias ácido-láticas probióticas e aplicação de *E. faecium* em leite. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São Jose do Rio Preto, 131 f. 2017.
- NOVELLO, D. POLLONIO, M.A.R. Tendências na reformulação de produtos cárneos. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v. 13, n. 2, p. 689-702, 2015.
- MACEDO, R. E. F. et al. Características de culturas lácticas probióticas para uso em produtos cárneos fermentados: sensibilidade aos sais de cura e uso de antibióticos para contagem seletiva. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, [s.l.], v. 23, n. 1, p.123-134, 2 ago. 2005. Universidade Federal do Paraná.
- MAIA, P.L. et al. A influência da microbiota intestinal na prevenção do câncer de cólon. *Arquivos Catarinenses de Medicina*, [S.l.], v. 47, n. 1, p. 182-197, mar. 2018.
- MENDES I.T.D. et al. Análise de produção de carnes embutidas: salame. *Revista eletrônica engenharia estudos e debates*. n.1, 2017.
- MOLIN, G. Probiotics in foods not containing milk or milk constituents, with special reference to *Lactobacillus plantarum* 299v. **American Journal of Clinical Nutrition** **73**: 380-385. 2001.
- ORDONEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos**- Componentes dos alimentos e processos. Vol I; Porto Alegre: Artmed, 2005a.
- ORDONEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos**- Alimentos de Origem Animal. Vol II; Porto Alegre: Artmed, 2005b.
- PAMANOLI, E. et al. Characterization of lactic acid bacteria isolated from a Greek dry-fermented sausage in respect of their technological and probiotic properties. **Meat Science**, v. 65, p. 859-867, 2003.
- PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1994.
- RAMOS, M.P.P. **Influência da ingestão de Bifidobacterium breve carregado no leite humano na modulação da microbiota intestinal, na histomorfometria do cólon, na produção de citocinas e de espécies reativas do oxigênio e do nitrogênio em modelomurino**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Viçosa - MG, 2006.
- RESENDE, M. F. S. et al. Queijo de minas artesanal da Serra da Canastra: influência da altitude das queijarias nas populações de bactérias ácido lácticas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p.1567-1573, 2011.
- ROSELINO, M.N. **Desenvolvimento de um embutido cárneo fermentado, com teores reduzidos de gordura e sais de cura, através da utilização de culturas probióticas**. Tese (Doutorado) -

Curso de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Araraquara, 197 f. 2016.

ROSS, R.P. et al. Preservation and fermentation: past, present and future. **International Journal of Food Microbiology**, v.70, p.3-16, 2002.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**. Barking, v. 70, n. 3, p. 531-541, July 2005.

SANDERS, M. E. How do we know when something called “probiotic” is really a probiotic? A guideline for consumers and Health care Professionals. **Funct. Food Rev.**, v.1, n.1, p.3-12, 2009.

SAVAIANO, D. A. Lactose digestion from yogurt: mechanism and relevance. **Am J Clin Nutr**, vol. 99, n. 5 Suppl, p. 1251S-1255S, 2014.

SHAH, N.P. Functional foods from probiotics and prebiotics. **Food Technology**, n.55, p.46–53. 2001.

STANTON, C. et al. Challenges facing development of probiotic-containing functional foods. In: FARNWORTH, E.R. (Ed) **Handbook of fermented functional foods**. Boca Raton: CRC Press, 2003. p.27-58.

TURHAN, E. Ü. et al. Design of probiotic dry fermented sausage (sucuk) production with microencapsulated and free cells of *Lactobacillus rhamnosus*. **Turkish Journal Of Veterinary And Animal Sciences**, [s.l.], v. 41, p.598-603, 2017.

## AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE RESTO-INGESTA EM RESTAURANTE INSTITUCIONAL NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – BRASIL

### **Elvis Pantaleão Ferreira**

Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes campus  
Santa Teresa  
Especialização em Saúde e Meio Ambiente –  
IFES  
Mestre em Engenharia Ambiental – UFRPE  
Santa Teresa – ES

### **Maria do Carmo Freitas Nascimento**

Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes campus  
Santa Teresa  
Nutricionista – UFF  
Especialização em Nutrição Clínica – UFF  
Santa Teresa – ES

### **Patricia Fabris**

Nutricionista – UNESC  
Especialização em Nutrição Clínica – UGF  
Santa Teresa – ES

### **Barbara Gomes da Silva**

Nutricionista – UNESC  
Especialização em Vigilância Sanitária – Uninter  
Santa Teresa – ES

### **Fabiana da Costa Krüger**

Nutricionista – UNESC  
Colatina – ES

### **Maria Veronica Freitas Nascimento**

Química Industrial – UFRRJ  
Mestre em Ciência e Tecnologia de Polímeros –  
UFRJ  
Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** O Brasil é tido como um dos países mais férteis para o cultivo do desperdício. É comum em estabelecimentos e ou em unidades de alimentação e nutrição a geração de sobras e restos no processo de produção e consumo de refeições. Quando os resultados apresentam valores acima de determinados índices, pressupõe-se que os cardápios estão inadequados, por serem mal planejados ou mal executados. Paratanto, o objetivo desta pesquisa foi verificar a ocorrência do desperdício, na forma de sobras de alimentos e resto-ingesta, no Restaurante Institucional do Ifes campus Santa Teresa. Como respaldo metodológico, a pesquisa inicialmente realizou entrevista semiestruturada junto aos nutricionistas do restaurante visando conhecer o tipo de cardápio padrão servido; para a mensuração da sobra de ingestão “resto-ingestão”, foram realizadas pesagens líquidas diárias ao final dos dois turnos de alimentação. A pesquisa ocorreu por um ano letivo, conforme cronograma de funcionamento do setor de alimentação do campus. Almeja-se com esta pesquisa oportunizar um pioneiro levantamento no tocante ao desperdício de alimentos no Restaurante Institucional e subsidiar a necessidade de campanhas contra o desperdício de alimentos. A pesquisa aponta a necessidade de rever o tipo de corte de carne bovina, suína e a oferta de uma nova espécie de peixe, com características organolépticas

desejáveis, proporcionando um menor índice de desperdício.

**PALAVRAS-CHAVE:** Geração de resíduos; Desperdício; Alimentos.

## EVALUATION OF THE RESTO-INGESTA INDEX IN AN INSTITUTIONAL RESTAURANT IN THE STATE OF ESPÍRITO SANTO – BRAZIL

**ABSTRACT:** Brazil is considered one of the most fertile countries for the cultivation of waste. It is common in establishments and or in food and nutrition units to generate leftovers and remains in the process of production and consumption of meals. When the results present values above certain indexes, it is assumed that the menus are inadequate because they are poorly planned or poorly executed. Therefore, the objective of this research was to verify the occurrence of waste, in the form of food leftovers and rest-ingestion, in the university restaurant of Ifes campus Santa Teresa. As a methodological support, the research initially conducted a semi-structured interview with the restaurant's nutritionists in order to know the type of standard menu served; for the measurement of surplus intake, daily liquid weighings were performed at the end of the two feeding shifts. The research took place for one academic year, according to the schedule of operation of the campus food industry. It is hoped by this research to provide a pioneer survey on food waste in the university restaurant and subsidize the need for campaigns against food waste. The research points out the need to review the type of cuts of beef, pork and the supply of a new species of fish, with desirable organoleptic characteristics, providing a lower rate of waste.

**KEYWORDS:** Waste generation; Waste; Foods.

### 1 | INTRODUÇÃO

Desperdiçar é o mesmo que extraviar o que pode ser aproveitado para benefício de outrem, de uma empresa ou da própria natureza (VAZ, 2006). Para Borges (1991) o Brasil é considerado um dos países mais férteis para o cultivo do desperdício. Onde os recursos naturais, financeiros e até alimentos são literalmente atirados na lata do lixo, sem possibilidade de retorno.

O desperdício está incorporado à cultura brasileira, portanto, difícil de ser modificado, afetando a produção do país como um todo, resultando em sintomas perniciosos para toda a sociedade (BORGES, 1991). Conforme Fernandes (2001) o Decreto Lei nº 2.848 de 1940, impede que restaurantes deem as sobras de comida para quem precisa, responsabilizando os restaurantes no caso de uma pessoa passar mal com o alimento doado. A quantidade de alimentos jogada no lixo poderia alimentar mais de 10 milhões de brasileiros diariamente (BORGES, 1991).

É importante definir "sobras" e "restos" no processo de produção de refeições. As sobras são alimentos produzidos e não distribuídos. Uma avaliação diária é uma das medidas mais utilizadas no controle de uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN). A quantidade de sobras deve estar relacionada ao número de refeições

servidas e à margem de segurança definida na fase de planejamento. Para Ribeiro & Justo (2003), os registros destas quantidades são fundamentais, pois servem como subsídios para implantar medidas de racionalização, redução de desperdícios e otimização da produtividade.

O percentual de sobra varia muito de restaurante para restaurante. O trabalho para reduzi-lo e chegar a um valor aceitável deve basear-se em valores apurados no próprio estabelecimento. Admitem-se como aceitáveis, de sobras, percentuais de até 3% ou de 7 a 25g por pessoa.

O resto é a quantidade de alimentos devolvida no prato ou bandeja pelo cliente, e deve ser avaliado não somente do ponto de vista econômico, como também da falta de integração com o cliente. Na mesma direção, Castro et al. (2003) definem que resto-ingesta é a relação entre o resto devolvido nas bandejas pelo comensal e a quantidade de alimentos e preparações alimentares oferecidas, expressa em percentual. O tamanho do prato ou a quantidade e tamanho das vasilhas utilizadas podem induzir os clientes a se servirem uma quantidade maior que a possibilidade de consumo e, conseqüentemente, gerar restos (VAZ, 2006). O percentual de resto-ingesta deve manter-se abaixo dos 10%, conforme discutido por CASTRO et al., (2003); Augustini et al. (2008).

Há serviços que conseguem taxas inferiores ao preconizado pela literatura, perfazendo valores entre 4 e 7%. Quando o resultado apresenta-se acima de 10% em coletividades sadias e 20% em enfermas, pressupõe-se que os cardápios estão inadequados, por serem mal planejados ou mal executados (CASTRO, 2003). No entanto, segundo ABREU, (2003) o restaurante deverá mensurar o resto-ingesta ao longo do tempo e estabelecer um parâmetro próprio para a unidade.

Vaz (2006) adverte que a análise de quantidade de per capita do resto por cliente reflete melhor a realidade do restaurante do que o percentual de resto-ingesta, por não estar relacionada com a quantidade produzida. Esse valor é o que realmente reflete a atitude do cliente. O objetivo desta pesquisa foi verificar a ocorrência do desperdício, mediante o per capita por cliente e resto-ingesta, no Restaurante Institucional do Ifes campus Santa Teresa/ES.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Restaurante Institucional do Ifes campus Santa Teresa, o qual atende aproximadamente, 800 usuários (estudantes, servidores e visitantes) servindo cerca de 1.200 refeições diariamente em quatro turnos de alimentação, a saber, café da manhã, almoço, lanche vespertino e jantar.

A pesquisa foi desenvolvida durante os meses de outubro, novembro e dezembro, abrangendo cerca de 500 refeições servidas no almoço e 250 no jantar. O trabalho inicialmente contou com Entrevista Semiestruturada (ESE) junto aos nutricionistas

do RI no tocante ao cardápio servido durante os dias da semana, diagnosticando assim o cardápio padrão servido, conforme Hirschbruch (1998).

Os colaboradores da Unidade de Alimentação e Nutrição – UAN foram orientados a separarem os ossos e cascas de frutas dos alimentos devolvidos nos pratos, haja vista esses itens como não deverão participar da pesagem do resto ingerido (AMORIM et al, 2005). Na UAN existem 3 lixeiras com capacidade para 50 litros e uma de 10 litros, destinadas ao descarte de copos descartáveis, guardanapos e cascas de frutas, respectivamente, com acionamento por pedal.

Para a mensuração da sobra de ingestão (resto-ingestão), realizaram-se pesagens líquidas diárias em balança digital com carga máxima de 300kg, carga mínima de 2kg e divisão de 100g. Ao final de cada dia os dados como data, número de refeições servidos no dia, Resto-ingestão – RI em quilos e per capita de restos foram anotados em uma planilha específica.

Para as determinações do Resto-Ingesta per capita (g); Índice resto-ingesta – I.R (%) e Índice de aceitabilidade – I.A (%) utilizaram-se respectivamente as seguintes equações abaixo conforme recomendado pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE, 2017).

$$R.I \text{ per capita (g)} = \frac{\text{Peso do resto}}{N^{\circ} \text{ refeições servidas}} \quad (\text{a})$$

$$\text{Índice R.I (\%)} = \frac{\text{Peso do resto}}{\text{Peso refeições servidas}} \times 100 \quad (\text{b})$$

$$\text{Índice Aceitabilidade (\%)} = 100 - \% \text{ de rejeição} \quad (\text{c})$$

### 3 | RESULTADOS

Inicialmente é oportuno destacar que a pesquisa faz parte das ações do Projeto Esplanada Sustentável do Governo Federal (Brasil, 2012), cujos objetivos são incentivar órgãos e instituições públicas a adotarem um modelo de gestão estruturado no combate ao desperdício, na sustentabilidade ambiental e valorização de boas práticas, entre outros.

O cardápio no almoço e jantar é composto por feijão em caldo, arroz branco, arroz integral, como fonte proteica carnes suína, bovina, frango e peixe, além de opção para os vegetarianos (ovo mexido, frito e proteína de soja), saladas e guarnições como feijão tropeiro, batata sauté, macarrão à bolonhesa, macarrão ao sugo, batata dorê assim como salpicão, o sistema de distribuição da refeição do tipo self-service, no entanto, a carne e a guarnição são servidos por funcionários, conforme rege o contrato do serviço de alimentação.

Sempre que se fez necessário entrar nas dependências internas do restaurante para a pesagem dos alimentos, foram disponibilizadas toucas tipo rede para

contenção dos cabelos. No Gráfico 01 é apresentado Resto ingesta per capita – R.I per capita (g) e Índice de aceitabilidade – I. A (%) nos dias avaliados. Observa-se de maneira geral o R.I per capita assume um comportamento inversamente proporcional ao I.A, haja vista que quando há uma maior aceitação do alimento servido, logo reflete uma baixa no resto de ingesta por pessoa.

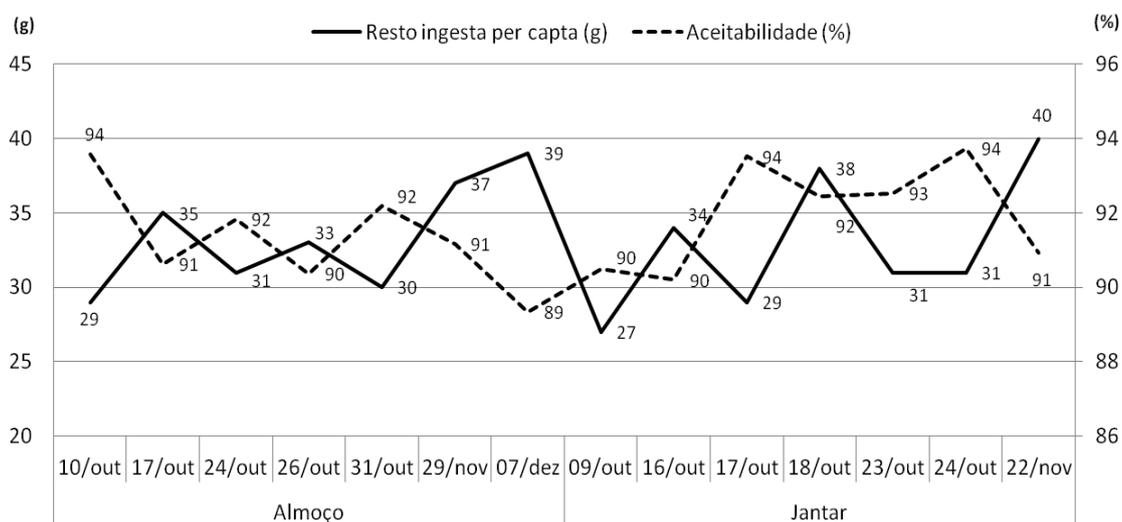


Gráfico 01 – Resto ingesta per capita (g) e índice de aceitabilidade (%) nos dias avaliados.

Registra-se, portanto, no Gráfico 01 que os limites superiores do resto de ingesta oscilaram entre 33 a 40 gramas por pessoa, os maiores valores relacionaram-se aos dias 07 de dezembro (39g); 18 de outubro (38g) e 22 de novembro (40g). Acredita-se que esses comportamentos estejam atribuídos ao tipo de cardápio ofertado nesses dias, os quais os dois primeiros foram compostos por carne assada bovina e último por carne suína. O que corresponde a cerca de 20 Kg/dia no almoço e 10Kg/dia no jantar, respectivamente.

Neste contexto, Augustini et al. (2008) comenta que o rejeito alimentar pode estar associado a qualidade da preparação, temperatura do alimento servido, apetite do cliente, utensílios de servir inadequados ou pratos grandes que podem levar os clientes a se servirem de quantidades que não vão consumir, falta de opção de porções menores, entre outras. No tocante ao índice de aceitabilidade (%) os limites superiores variaram entre 90 a 94% ou seja, momentos em que os clientes aderiram com satisfação ao cardápio servido.

O Gráfico 02 registra o comportamento de rejeição alimentar dos clientes (Índice de resto-ingesta) frente às fontes proteicas fornecidas, observou-se que os maiores índices de rejeição ocorreram no almoço, haja vista o maior número de refeições servidas. As fontes proteicas com maiores taxas de rejeição foram nos cardápios que continham carne assada bovina, peixe frito, churrasco misto e carne suína, com limites superiores do Índice de resto-ingesta oscilando entre 9,1 a 10,7%.



Gráfico 02 – Índice de resto-ingesta (%) das fontes proteicas.

Legenda: Estrog. Frango – Estrogonofe de franco; C.A. Bovina – Carne assada bovina; Frango A – Frango Assado; Churrasco M. – Churrasco misto; C. Suína – Carne suína.

Durante a pesquisa os cardápios que apresentaram menores índices de resto-ingesta foram quando servidos fontes proteicas composta por estrogonofe de frango e frango assado com valores oscilando entre 6,4 a 6,3% (Gráfico 02). Abreu et al. (2003), comentam que se os alimentos servidos forem de primeira qualidade e estiverem bem preparados, o Índice de resto-ingesta deverá ser bem próximo ao zero.

Para as demais fontes proteicas o comportamento registrado reflete certa rejeição, o que pode estar associado ao tipo do corte escolhido para essas carnes, associado também a forma de preparo. No tocante ao peixe frito entende -se que o comportamento esteja relacionado ao tipo de peixe servido, que tem atribuído certa resistência ao consumo deste e dos anteriormente citados (Gráfico 02). A carne assada bovina, servida no dia 07 de dezembro, foi a única que apresentou um índice rejeição de 10,7% acima do aceitável (10%), e os demais valores dos limites superiores estão próximos do limite aceitável, o que requer atenção, no tocante ao índice de rejeição do cardápio servido.

Desta forma, o cenário registrado acaba gerando um prejuízo financeiro para o restaurante e para a instituição que paga pela refeição servida a cada aluno, uma vez que, as fontes de proteínas são o fator que mais encarece a refeição. Contudo, é preciso salientar que por características sócio culturais o ser humano erroneamente tende a desperdiçar tudo que não lhe agrega valor financeiro, conforme discutido por Ribeiro, (2002) e Silva et al. (2010). Para tanto, a realização de campanhas de educação pode contribuir para uma redução efetiva contra o desperdício alimentar.

Outra observação registrada nos dias que foram servidas carne suína, além da rejeição desta, observou-se também rejeição do feijão tropeiro. Isso pode estar atribuído aos alunos que por características culturais, preceitos religiosos, por problemas de saúde e/ou por preferência não consomem carne de porco que também

é componente do feijão tropeiro. Sugere-se para os dias em que houver carne suína que não seja servido acompanhamento que contenha essa carne.

Ressalta-se então a necessidade da prestadora de serviço na área de alimentação leve em conta, ao estipularem suas metas de índice de resto ingesta, fontes proteicas com características organolépticas desejáveis e as práticas adotadas para a confecção das preparações destas. Assim como, é importante averiguar se as fontes proteicas mencionadas estão sendo satisfatórias em relação ao preço pago pela instituição ao restaurante e o consumo pelos usuários.

## 4 | CONCLUSÃO

A pesquisa aponta a necessidade de rever o tipo de corte de carne bovina e suína e a oferta de uma nova espécie de peixe, com características organolépticas desejáveis e as práticas adotadas para a confecção das preparações destas, proporcionando um menor índice de desperdício, e assim, poupar recursos financeiros.

## REFERÊNCIAS

ABREU E.S.; SPINELLI M.G.N.; ZANARDI A.M.P. **Gestão de unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer.** São Paulo: Editora Metha, 2003. 202p.

AMARAL, L.B. **Redução do desperdício de alimentos na produção de refeições hospitalares.** Faculdade IBGEN - Instituto Brasileiro de Gestão de Negócios MBA em Gestão Pública. Porto Alegre-RS, junho de 2008.

AUGUSTINI, V. C. M; KISHIMOTO, P; TESCARO, T. C; ALMEIDA, F. Q. A. Avaliação do índice de resto-ingesta e sobras em unidade de alimentação e nutrição (uan) de uma empresa metalúrgica na cidade de Piracicaba/SP. **Rev. Simbio-Logias.** V.1, n.1, mai/2008.

BORGES, R. F. **Panela Furada: o incrível desperdício de alimentos no Brasil.** 3 ed. São Paulo: Columbus, 1991. 124 p.

BRASIL. **Portaria Interministerial nº 244,** de 06 de junho de 2012.

CASTRO, M.D.A.S, et al. Resto-Ingesta e aceitação de refeições em uma Unidade de Alimentação e Nutrição. **Rev. Hig. Alim.,** São Paulo, v.17 n.114/115, 2003, p.24 – 28.

FERNARDES, F.; ROLLI, C. **Brasil “joga fora” R\$ 150 bilhões por ano.** Folha de S. Paulo on line, São Paulo. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u31706.shtml>>. Acesso em 19 de abril de 2017.

HIRSCHBRUCH, M. D. Unidades de Alimentação e Nutrição: desperdício de alimentos X qualidade da produção. **Rev. Hig. Alim.,** São Paulo, v. 12, n. 55, 1998, p. 12-14.

MONDINI, L.; MONTEIRO, C.A. Mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira (1962-1988). **Revista de Saúde Pública,** 1994.

PINHEIRO, A.R.O. Estado e Mercado: adversários ou aliados no processo de implementação da Política Nacional de Alimentação e Nutrição Elementos para um debate sobre medidas de regulamentação. **Saúde Soc**, São Paulo, v.17, n.2, 2008.

RIBEIRO, C. S. G. Análise de perdas em unidades de alimentação e nutrição (UANs) Industriais: Estudo de Caso em Restaurante Industriais. 128f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)**-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SILVA, A. M.; SILVA, C. P.; PESSINA, E. L. Avaliação do índice de resto ingesta após campanha de conscientização dos clientes contra o desperdício de alimentos em um serviço de alimentação hospitalar. **Rev. Simbio-Logias**, V.3, n.4, Junho/2010.

PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Manual para aplicação dos testes de aceitabilidade**. 2. ed. – Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017.

SOUZA, L.H. Campanha contra o desperdício. **Rev. Hig. Alim.** São Paulo, v.9, n.8, 1995, p.11–13.

SPEGIORIN, L.A.; MOURA, P.N. Monitoramento de cobras limpas: Um passo para a redução do desperdício em Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN's). **Revista Salus**- Guarapuava, Curitiba, v. 3, n. 1, jan./jun. 2009.

TOCHETO, C.C. et al. Estudo Sobre as Perdas Físicas e Financeiras Decorrentes da Produção Transporte e Armazenamento e Comercialização de Hortifrutigranjeiro no Município de Erechim – RS. **Revista Perspectiva**, Erechim-RS, v. 34, n.126, p. 7-17, jun. 2010.

## AVALIAÇÃO DO PERFIL NUTRICIONAL DOS PACIENTES EM TRATAMENTO DE UM CENTRO DE ESPECIALIDADES EM ONCOLOGIA DE FORTALEZA-CE

### **Danielle Maria Freitas de Araújo**

Unifametro, Fortaleza – Ceará.

### **Débora Mendes Rodrigues**

Unifametro, Fortaleza – Ceará.

### **Rute Mattos Dourado Esteves Justa**

Unifametro, Fortaleza – Ceará.

### **André Penha Aguiar**

Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Caroline Neves Moreira**

Departamento de Farmacologia, Faculdade de Farmácia, Fisioterapia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Fátima Virgínia Gama Justi**

Departamento de Medicina Clínica, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Juan de Sá Roriz Caminha**

Departamento de Medicina Clínica, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Gabriella Araújo Matos**

Departamento de Medicina Clínica, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Leonardo Lobo Saraiva Barros**

Departamento de Medicina Clínica, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Ronaldo Pereira Dias**

Departamento de Medicina Clínica, Faculdade

de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Cássia Rodrigues Roque**

Departamento de Farmacologia, Faculdade de Farmácia, Fisioterapia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Daniel Vieira Pinto**

Departamento de Medicina Clínica, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ceará.

### **Cristhyane Costa Aquino**

Unifametro, Fortaleza – Ceará.

**RESUMO:** O câncer provém de mutação que provoca um crescimento exacerbado das células. Uma das complicações mais frequentes entre os pacientes oncológicos é a desnutrição, fator determinante para a redução da qualidade de vida. O presente estudo tem como objetivo avaliar o estado nutricional dos pacientes oncológicos atendidos em um centro de referência em tratamento. Trata-se de um estudo descritivo, quantitativo e de caráter transversal realizado em um centro de referência em tratamento oncológico de Fortaleza - CE, entre outubro a novembro de 2018. O estudo foi realizado com 36 pacientes, maiores de 18 anos que estavam em tratamento quimioterápico e/ou radioterápico. Na avaliação antropométrica

foi avaliado Índice de Massa Corpórea (IMC) e a adequação da circunferência do braço (CB). Para coletas de dados socioeconômicos e clínicos foi utilizado um questionário e pesquisa no prontuário. No IMC a prevalência foi de eutrofia, com total de 62,47% (n=21), seguidos por sobrepeso e obesidade grau I com 25,31% (n=8) e cerca de 10,7% (n=6) com obesidade grau II e 1,51% (n=1) com magreza grau II. Em relação ao %CB a prevalência foi de eutrofia em 39,29% da amostra, 28,57% com sobrepeso, 17,86% em obesidade, 10,71% em desnutrição leve e 3,57% em desnutrição grave. São primordiais mais estudos na área oncológica que destaque os aspectos que mais interferem no estado nutricional, com foco na melhoria da qualidade de vida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação antropométrica. Câncer. Diagnóstico nutricional. Desnutrição.

## EVALUATION OF THE NUTRITIONAL PROFILE OF PATIENTS IN TREATMENT OF A CENTER OF SPECIALTIES IN ONCOLOGY OF FORTALEZA-CE

**ABSTRACT:** The cancer comes from mutation that causes an exacerbated growth of cells. One of the most frequent complications among cancer patients is malnutrition, a determining factor for the reduction in quality of life. The present study aims to evaluate nutritional status of cancer patients treated at a referral center under treatment. This is a descriptive, quantitative and cross-sectional study conducted at a referral center for cancer treatment in Fortaleza - CE, between October and November 2018. The study was conducted with 36 patients, over 18 years old who were undergoing treatment. chemotherapy and / or radiotherapy. In the anthropometric evaluation, Body Mass Index (BMI) and adequacy of arm circumference (CB) were evaluated. For collecting socioeconomic and clinical data, a questionnaire and research in the medical records were used. In BMI the prevalence was eutrophic, with a total of 62.47% (n = 21), followed by overweight and grade obesity I with 25.31% (n = 8) and about 10.7% (n = 6). obesity II and 1.51% (n = 1) with grade II thinness. Regarding% CB, the prevalence was eutrophic in 39.29% of the sample, 28.57% overweight, 17.86% in obesity, 10.71% in mild malnutrition and 3.57% in severe malnutrition. Further studies in the cancer area are essential, highlighting the aspects that most affect the nutritional status, focusing on improving the quality of life.

**KEYWORDS:** Anthropometric evaluation. Cancer. Nutritional diagnosis. Malnutrition

### 1 | DADOS SOBRE O CÂNCER

O câncer é definido como um conjunto de mais de cem doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células com perda ou redução da diferenciação, que sofrem alterações de genes ou proteínas que regulam sua multiplicação (FILHO, 2016).

Atualmente, o câncer é considerado um grave fator de saúde pública tanto em

países desenvolvidos como em desenvolvimento, o qual é responsável por mais de seis milhões de óbitos por ano, totalizando cerca de 12% de todas as causas de mortes no mundo (GUERRA et al., 2005). Dessa forma, estima-se que haverá cerca de vinte e seis milhões de casos novos, com dezessete milhões de mortes por ano até 2030 (INCA, 2017). Destaca-se que pelo menos um terço dos novos casos no mundo poderia ser evitado com a prevenção, sendo um componente essencial no tratamento e controle do câncer (INCA, 2012).

No Brasil, os tipos de câncer mais frequentes são os de próstata, pulmão, reto, colo do útero, estômago e esôfago, tem-se a estimativa para os anos de 2018-2019 a ocorrência de 600 mil novos casos de câncer a cada ano. Sendo os mais incidentes em homens, o de próstata (31,7%), pulmão (8,7%), intestino (8,1%), estômago (6,3%) e cavidade oral (5,2%). Já nas mulheres, os cânceres de mama (29,5%), intestino (9,4%), colo do útero (8,1%), pulmão (6,2%) e tireoide (4,0%) figurarão entre os principais (INCA, 2017).

## 2 | CÂNCER E NUTRIÇÃO

O câncer pode apresentar diferentes causas, como fatores ambientais, culturais, socioeconômicos, genéticos e o estilo de vida, incluindo os hábitos alimentares (OLIVEIRA et al., 2015). Além disso, uma das complicações frequentes ocorridas entre os pacientes oncológicos é a desnutrição, fator este determinante para a redução da qualidade de vida, aumento do risco de infecções, tempo de internação e morbimortalidade, além da diminuição da resposta positiva ao tratamento (FERREIRA; GUIMARÃES; MERCADENTI, 2013).

O comprometimento do estado nutricional e alterações metabólicas são outros aspectos recorrentes nos pacientes em tratamento oncológico, pois interferem no desenvolvimento e progressão do câncer, piorando o seu prognóstico (PELLISSARO et al., 2016). A avaliação nutricional deve fazer parte de todo o tratamento oncológico pelo qual o paciente com câncer será submetido. Destacando que, para alcançar bons resultados é fundamental a intervenção nutricional precoce, planejamento e acompanhamento terapêutico adequado permanecendo após o término do tratamento, melhorando assim a qualidade de vida do paciente (OLIVEIRA et al., 2015; PELLISSARO et al., 2016).

O ganho de peso em pacientes com neoplasia mamária após o diagnóstico, durante e após tratamento quimioterápico é um fenômeno amplamente estudado. De acordo com Oliveira et al. (2015) e Pelissaro et al. (2016), mulheres com câncer de mama, em tratamento quimioterápico adjuvante, apresentam tendência progressiva ao ganho de peso, o que, porém, segundo Vale et al. (2015), a causa não é clara e pode ser associada com: ingestão alimentar aumentada, decréscimo da atividade física, alteração da taxa metabólica basal ou estado de menopausa.

Nessa perspectiva, o suporte nutricional e a intervenção precoce são de fundamental importância para pacientes com diagnóstico de câncer, em virtude do impacto negativo da desnutrição/obesidade sobre a evolução fisiopatológica da doença e do tratamento quimioterápico, reduzindo, portanto, o risco de complicações e a necessidade do tempo de internação hospitalar, melhorando a tolerância ao tratamento e o estado nutricional do paciente com diferentes tipos de câncer (VALE et al., 2015). Para tanto, este trabalho teve como objetivo principal avaliar o estado nutricional dos pacientes oncológicos atendidos em um centro de referência em tratamento.

### 3 | MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como descritivo, quantitativo e de caráter transversal, sendo realizado no Centro Regional Integrado de Oncologia (CRIO), situado em Fortaleza – CE, no período de outubro a novembro de 2018, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza – UNIFAMETRO (parecer nº 2.924.150).

Neste contexto, estudou-se o universo amostral para as avaliações antropométricas e físicas, durante os meses de outubro e novembro na coleta de dados, totalizando 36 pacientes, todos maiores de 18 anos, que estavam em tratamento quimioterápico e/ou radioterápico, e que concordaram em participar da pesquisa assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice B).

Na avaliação antropométrica, utilizou-se para a análise do estado nutricional: Índice de Massa Corporal (IMC) com classificação segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (1995), e adequação da circunferência do braço (%CB) que compara a circunferência do braço atual à recomendada para a idade (BLACKBURN, 1977).

O peso e altura foram retirados dos prontuários dos pacientes e a circunferência do braço (CB) foi aferida com uma trena antropométrica inelástica da marca Sanny® de dois metros de comprimento. A adequação da CB foi calculada a partir dos percentis propostos por Frisancho (1990).

Foi utilizado um formulário de pesquisa para a obtenção de dados socioeconômicos, antropométricos e clínicos, no intuito de investigar o perfil dos pacientes em tratamento oncológico, incluindo possíveis sintomas relacionados à doença e ao tratamento (Apêndice A).

Os dados coletados foram incluídos em um banco de dados elaborado através da Planilha Microsoft Excel® 2016, para organização e tabulação dos dados, com obtenção dos resultados através do Programa Estatístico R Core Team® 2018 demonstrados através de gráficos.

## 4 | RESULTADOS

O estudo foi realizado com um total de 36 pacientes, sendo 86,47% do sexo feminino (n=32), e 13,53% (n=4) do sexo masculino, com faixa etária de 19 a 57 anos, com idade média de 42 anos.

Da amostra total, entre os sítios tumorais mais prevalentes destaca-se o câncer de mama que representou 46,4% com (n=13) diagnósticos e o câncer de ovário, ânus e linfoma não Hodgkin configuraram em seguida com 7,14% (n=2) demonstrados na figura 1.

Estratificando pelo estadiamento do tumor, que verifica a sua extensão e taxa de crescimento, foi possível observar que o estágio III foi o mais predominante com metade dos diagnósticos avaliados, e os estágios II e IV representaram 21,43% (n=6) da amostra final.

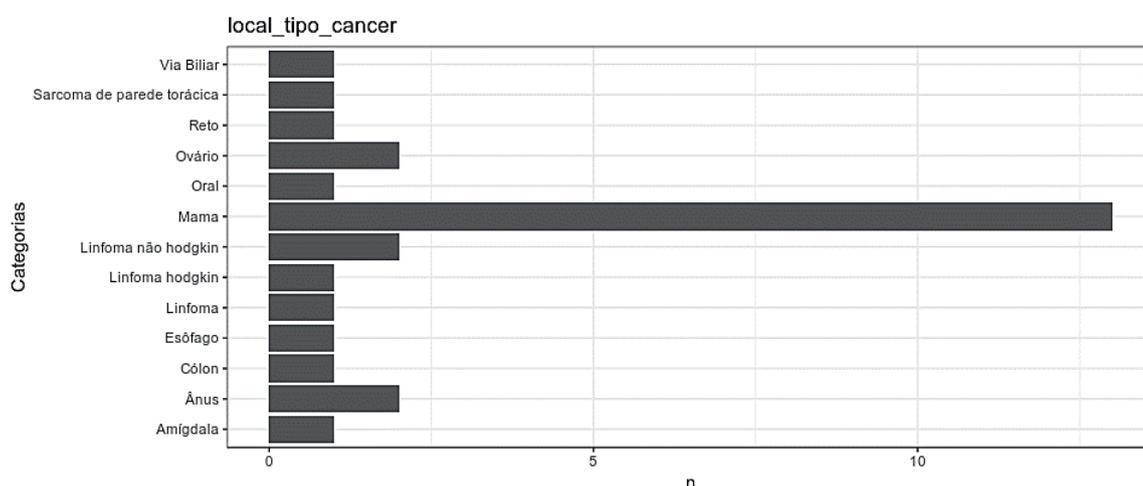


Figura 1. Sítios tumorais mais prevalentes encontrados na amostra total

Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação à avaliação antropométrica, o IMC revelou que a maioria dos pacientes avaliados estavam eutróficos, no total de 62,47% (n=21), seguidos por sobrepeso e obesidade grau I, ambos com 25,31% (n=8) pacientes, e cerca de 10,7% (n=6) encontravam-se com obesidade grau II e 1,51% (n=1) classificado com magreza grau II (Figura 2).

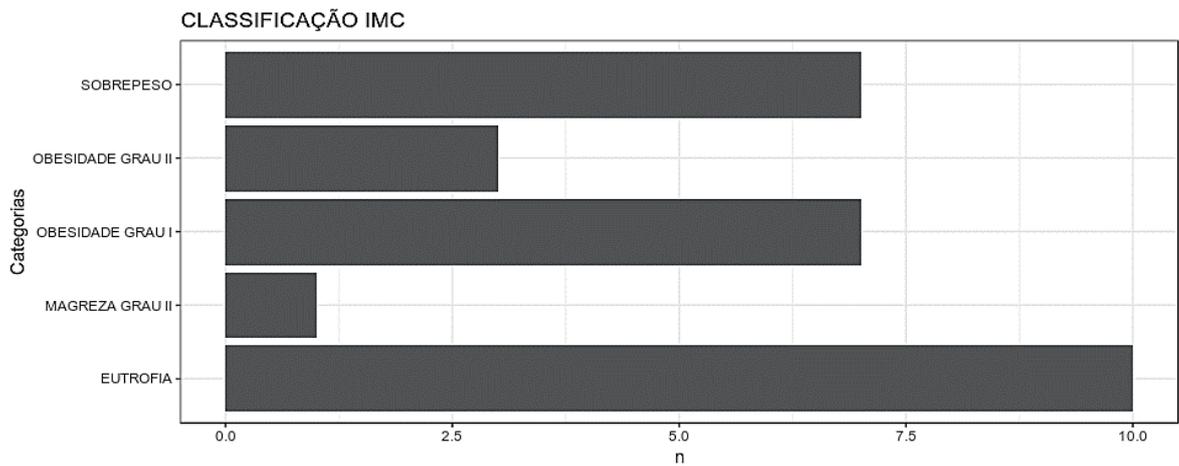


Figura 2. Classificação do estado nutricional segundo o IMC

Fonte: Elaborado pelos autores

Na classificação da adequação da CB, foi possível destacar novamente o diagnóstico de eutrofia como parâmetro mais prevalente, com representatividade de 39,29% dos pacientes no total da amostra. Cerca de 28,57% dos pacientes apresentou sobrepeso, 17,86% obesidade, 10,71% desnutrição leve e 3,57% em desnutrição grave (Figura 3).

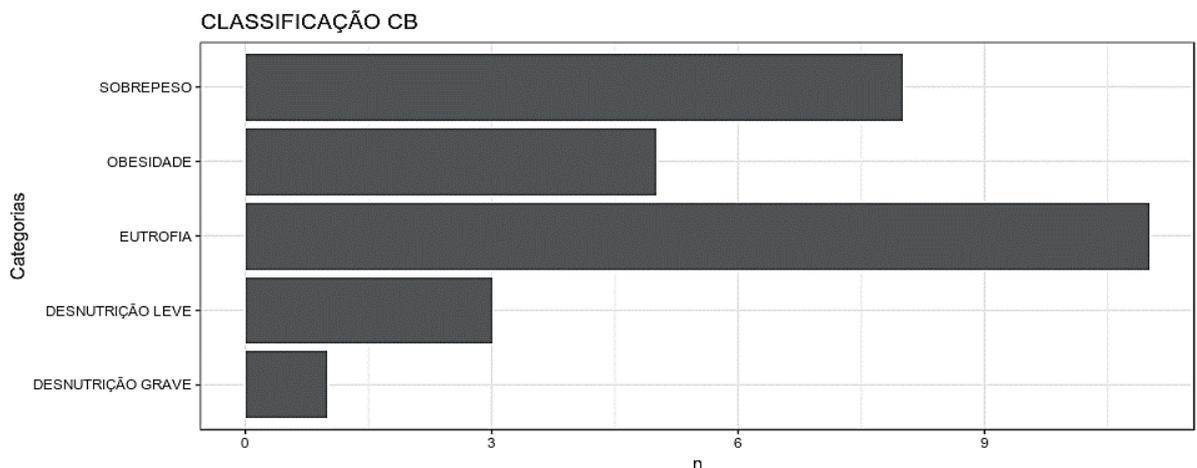


Figura 3. Classificação da Adequação da CB

Fonte: Elaborado pelos autores

Foram realizadas as seguintes correlações: dados do IMC e o percentual de adequação da CB (gráfico 1) e os sintomas relacionados ao tratamento/doença com IMC e com o percentual de adequação da CB, demonstrados nos gráficos 2 e 3 respectivamente. A melhor correlação foi IMC vs %CB ( $r^2$  maior) em comparação com as outras que obtiveram baixas correlações. Isso demonstra que quanto maior o IMC maior o % de CB, fazendo sentido e descartando, por exemplo, que pacientes com muitos sintomas parecem não estar relacionados com IMC ou %CB.

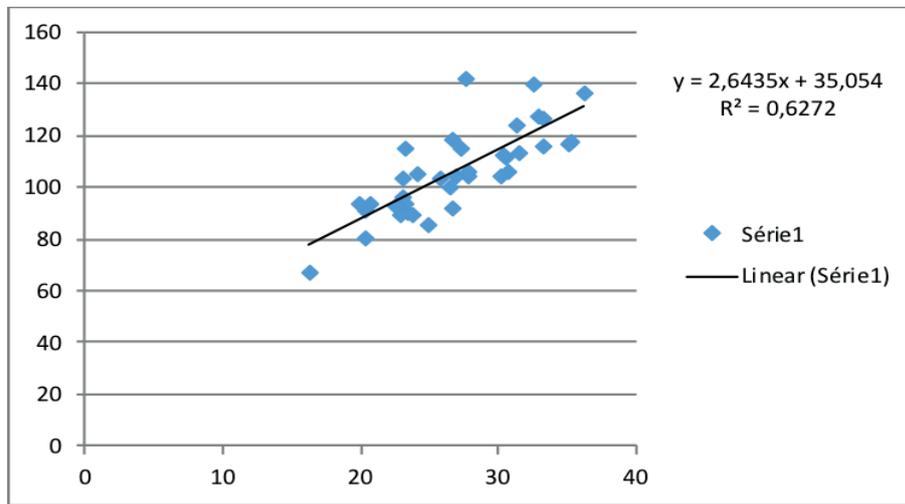


Gráfico 1. Correlação IMC vs % CB

Fonte: Elaborado pelos autores

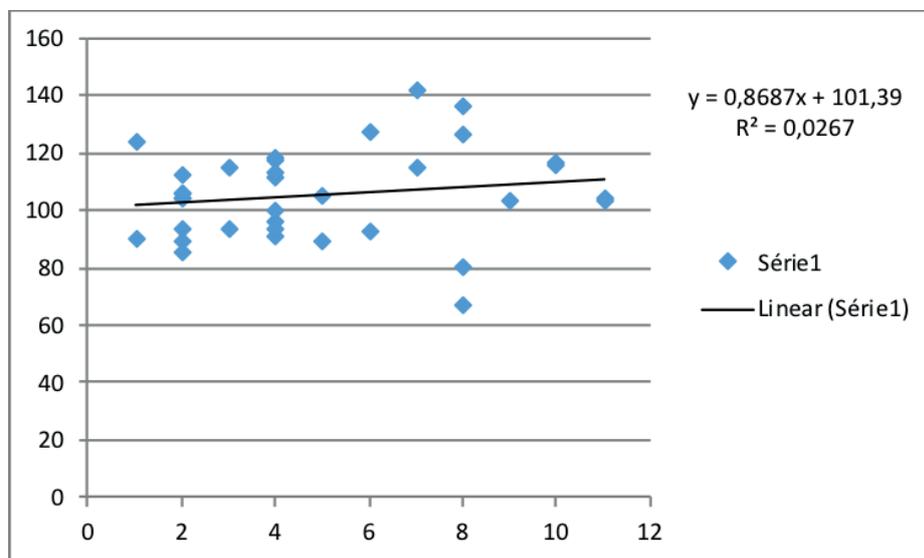


Gráfico 2. Correlação Sintomas vs IMC

Fonte: Elaborado pelos autores

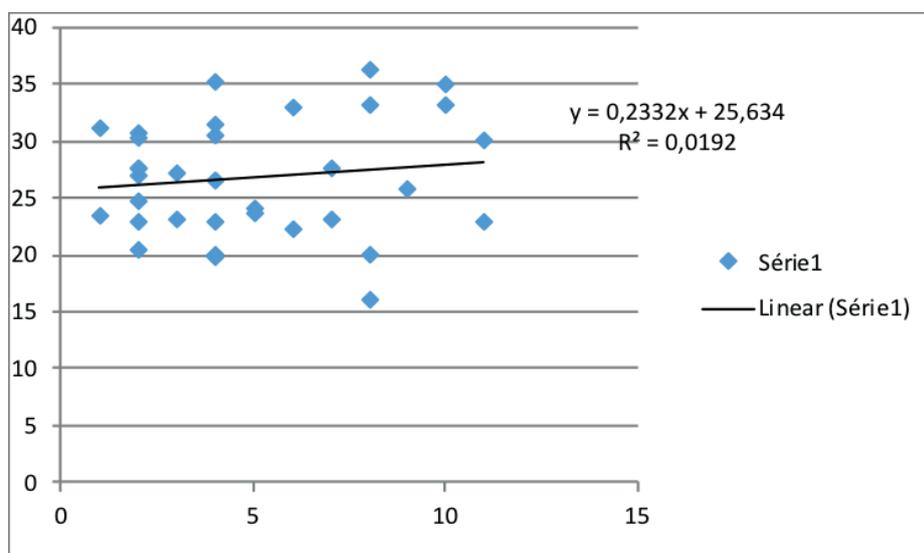


Gráfico 3. Correlação Sintomas vs % CB

Fonte: Elaborado pelos autores

## 5 | DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que o sexo feminino compôs a maior parte da amostra estudada, sendo o câncer de mama a neoplasia com maior incidência na população, com 46,4% da amostra final. O câncer de mama corresponde ao tipo de neoplasia maligna que mais acomete o sexo feminino, onde foram diagnosticadas no mundo, no ano de 2012, cerca de 1,67 milhões de mulheres, representando 25% de todos os cânceres. Se diagnosticado e tratado precocemente, o prognóstico é relativamente bom. O envelhecimento, a vida reprodutiva da mulher, o período da sua primeira gestação, o uso de anticoncepcional oral, dentre outras são, são consideradas como fatores de risco. No Brasil, o panorama epidemiológico se assemelha ao mundial, sendo estimado para o biênio 2018/2019, o surgimento de 57,9 mil casos de câncer de mama entre as mulheres. Desses, 11,8 mil serão na região nordeste (FERLAY, 2014; INCA, 2017).

Mais de 40% dos indivíduos apresentavam estadiamento tumoral III, o que demonstra, segundo Vale et al. (2015), uma parcela importante de diagnóstico tardio e prognóstico reservado. O tipo de tratamento antitumoral de maior prevalência foi a quimioterapia, diferente de um estudo feito por Santos et al. (2017), que encontrou o tratamento cirúrgico como o mais comum entre os tipos de tratamento realizados.

O estado nutricional é um dos aspectos mais relevantes que deve ser avaliado em pacientes oncológicos, pois está relacionado à tolerância ao tratamento e ao prognóstico da doença. Aproximadamente 80% dos pacientes apresentam comprometimento do estado nutricional, seja por alterações metabólicas decorrentes da patologia ou efeitos colaterais do tratamento oncológico, interferindo diretamente na qualidade de vida e no aumento da morbimortalidade desses pacientes (WANDERLEY et al., 2011).

Um dos sintomas apresentados pelo paciente com câncer são as aversões alimentares decorrentes da relação entre o mal-estar acarretado pelo quimioterápico e o sabor do alimento consumido. Tal efeito é produzido pela droga antineoplásica que prejudica as células sensoriais do paladar, possibilitando a diminuição da sensibilidade e dos sabores. (WANDERLEY et al., 2011).

Analisando os sintomas mais descritos pelos pacientes no presente estudo, em relação à doença e ao tratamento, destacam-se a disgeusia, mucosite, xerostomia, anorexia, vômitos e constipação, porém não houve correlação significativa com o estado nutricional e as variáveis de adequação da CB e IMC. Já em um estudo realizado por Brito et al. (2012), que encontrou entre os sintomas mais recorrentes relatados pelos pacientes náuseas, vômitos, dor, inapetência e lesões na mucosa oral, a avaliação antropométrica permitiu identificar através do IMC, uma prevalência de 21,8% de desnutrição, correlacionando, entre outros fatores para a desnutrição, o surgimento de sintomas gastrointestinais.

Em um estudo realizado por Dallacosta et al. com 70 pacientes do sexo

feminino e masculino, com idade média de 63,2 anos, atendidos em um ambulatório de oncologia de um Hospital Universitário do Meio Oeste de Santa Catarina, entre outubro e novembro de 2016, foi relatado que como causa da má alimentação, o sintoma de náuseas foi o principal em 21,4% (n=15) da amostra, disgeusia em 5,7% (n=4), xerostomia em 5,7% (n=4), anorexia em 5,7% (n=4), diarreia em 4,3% (n=3) e vômitos em 4,3% (n=3). Pacientes bem nutridos não referiram nenhuma queixa ou dificuldade para se alimentar (p=0,03).

Além das avaliações de peso e altura, a CB é um dos parâmetros importantes para a avaliação e para o diagnóstico nutricional, pois exprime a soma dos tecidos ósseo, muscular e adiposo que constituem a área do braço, e em conjunto com outras medidas de avaliação, avalia possíveis alterações da massa muscular total de um indivíduo (CALDEIRA et al., 2016). No estudo foi possível encontrar a prevalência de eutrofia na população estudada, o que difere do estudo multicêntrico realizado por Waitzberg, Caiaffa e Correia (2001), o IBRANUTRI, com 4.000 pacientes no ano de 2001, internados na rede do Sistema Único de Saúde (SUS), que identificou 66,95% dos pacientes oncológicos em algum grau de desnutrição.

Segundo Wanderley et al. (2011), a prevalência e o grau da desnutrição estão relacionados ao sítio tumoral, estadiamento clínico, tratamento antineoplásico envolvido e a resposta do paciente à patologia. Em neoplasias malignas que acometem o trato gastrointestinal geralmente encontra-se o perfil nutricional de desnutrição segundo o IMC, diferentemente de neoplasias malignas que acometem a mama, útero e cólon, onde o excesso de peso e a obesidade são predominantemente diagnosticados nesta população.

No atual estudo, pacientes diagnosticadas com câncer de mama apresentaram diagnóstico nutricional de sobrepeso, segundo a média de IMC e adequação da CB, o que corrobora com o estudo de Oliveira et al. (2014), que encontraram excesso de peso nas mulheres com neoplasias malignas mamárias. Foi observado ainda que o ganho de peso é intensificado pela quimioterapia, uso de corticóides, inatividade física, hábitos alimentares inadequados e com o próprio processo de envelhecimento (CORDEIRO; FORTES, 2015).

De acordo com Rubin et al. (2010), a obesidade é um fator relevante do prognóstico negativo para a sobrevida de mulheres com câncer, pois tem associação ao avanço da doença ou recidiva da mesma. Já Ribeiro et al. (2009), relata que o aumento de peso nas pacientes com neoplasia mamária maligna não tem causa definida e pode estar relacionado, direta ou indiretamente, à quimioterapia (CORDEIRO; FORTES, 2015).

## 6 | CONCLUSÃO

Diante do que foi encontrado, destaca-se a importância de programas de políticas públicas voltadas para a prevenção do câncer, em especial ao câncer de mama,

que figurou como a neoplasia mais prevalente. Importante ressaltar que o estado nutricional é um aspecto fundamental a ser considerado no tratamento oncológico, visto que os pacientes estudados apresentaram diferentes diagnósticos nutricionais, indicando que uma assistência adequada para cada perfil pode corroborar para a melhora do quadro clínico do indivíduo.

A prevalência no estudo de um estado de eutrofia nos pacientes em tratamento oncológico se dá pela diversidade do grupo estudado e pela amostra reduzida, onde se pôde observar que o estado de obesidade é mais presente no câncer de mama, não havendo correlação com os sintomas mais referidos que foram disgeusia, mucosite, xerostomia, anorexia, vômitos e constipação.

São primordiais mais estudos publicados na área oncológica destinados ao estado nutricional dos pacientes com câncer e seu impacto no quadro clínico dos mesmos, de modo que identifiquem e avaliem as deficiências nutricionais, promovendo, assim, uma assistência nutricional qualificada que visa a melhora da resposta do paciente ao tratamento, reduzindo a morbimortalidade e melhorando a sua qualidade de vida.

Um dos pontos limitantes do estudo foi o fato de alguns dados terem sido preenchidos por diversos profissionais no prontuário dos pacientes, além da ausência de informações clínicas e bioquímicas importantes, o que dificultou a coleta final.

## REFERÊNCIAS

BLACKBURN, G. L.; BISTRAN, B. R. Nutritional and metabolic assessment of the hospitalized patient. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 1, n. 1, p. 11-22, 1977.

BRITO, L. F. et al. Perfil Nutricional de Pacientes com Câncer Assistidos pela Casa de Acolhimento ao Paciente Oncológico do Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 58, n.2, p. 163-171, 2012.

CALDEIRA, P. T. et al. Avaliação do perfil nutricional dos pacientes internados na oncologia pediátrica do Hospital Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte–MG. **Revista HU**, v. 42, n. 1, p. 75-81, 2016.

CORDEIRO, A. L. O.; FORTES, R. C. Estado nutricional e necessidade de intervenção nutricional em mulheres com câncer de mama em tratamento quimioterápico. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, v. 44, n. 4, p. 96-108, 2015.

DALLACOSTA, F. M. et al. Avaliação Nutricional de pacientes com câncer em atendimento ambulatorial. **Revista Cogitare Enfermagem**, Paraná, v. 22, n. 4, 2016.

FERLAY, J. et al. Cancer incidence and mortality worldwide: Sources, methods and major patterns in GLOBOCAN 2012. **International Journal of Cancer**, v. 136, p. 359–386, 2014.

FERREIRA, D.; GUIMARÃES, T. G.; MARCADENTI, A. Aceitação de dietas hospitalares e estado nutricional entre pacientes com câncer. **Revista Einstein**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 41-46, 2013.

FILHO, G. B. *Bogliolo Patologia*. - 9. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2016.

FRISANCHO, A. R. **Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status**. Ann Arbor: University of Michigan Press; p. 189, 1990.

GUERRA, M. R. et al. Risco de câncer no Brasil: tendências e estudos epidemiológicos mais recentes. **Revista Brasileira de Cancerologia**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 3, p. 227-234, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). **Estimativa 2018: incidência de câncer no Brasil / Instituto Nacional de Câncer Jose Alencar Gomes da Silva**. Coordenação de Prevenção e Vigilância. – Rio de Janeiro: INCA, 2017.

KARIN, S. S. et al. Conhecimento nutricional de mulheres com câncer de mama e sua relação com o estado nutricional. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 26, n.1, p.71-78, 2013.

OLIVEIRA, D. R. et al. Avaliação nutricional de pacientes com câncer de mama atendidas no Serviço de Mastologia do Hospital das Clínicas de Belo Horizonte, MG, Brasil. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 1, p. 1573-1580, 2014.

OLIVEIRA, M. M. et al. Estimativa de pessoas com diagnóstico de câncer no Brasil: dados da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 146-157, 2015.

PELLISSARO, E. et al. Avaliação do estado nutricional em pacientes oncológicos internados em um hospital de alta complexidade do Norte do Rio Grande do Sul. **Revista Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 26, n. 2, 2016.

RIBEIRO, N. B. et al. Avaliação do estado nutricional e consumo alimentar de mulheres com câncer de mama. **Revista Brasileira de Oncologia Clínica**, v. 6, n. 17, p.15-20, 2009.

RUBIN, B. A. et al. Perfil antropométrico e conhecimento nutricional de mulheres sobreviventes de câncer de mama do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Cancerologia**. v. 56, n. 3, p. 303-309, 2010.

SANTOS, A. F. et al. Avaliação nutricional de pacientes com câncer gástrico e de outras localizações. **Revista de Pesquisa em Saúde**, v. 18, n. 1, p. 24-27, 2017.

VALE, I. A. V. et al. Avaliação e Indicação Nutricional em Pacientes Oncológicos no Início do Tratamento Quimioterápico. **Revista Brasileira de Cancerologia**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 4, p. 367-372, 2015.

WAITZBERG, D. L.; CAIAFFA, W. T.; CORREIA, M. I. Hospital malnutrition: the Brazilian national survey (IBRANUTRI): a study of 4000 patients. **Nutrition**, v. 17, n. 7-8, p. 573-580, 2001.

WANDERLEY, F. M. et al. Avaliação do perfil nutricional dos pacientes internados na oncologia pediátrica do Hospital Santa Casa de Misericórdia de Belo Horizonte–MG. **Revista Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 15, n. 4, p. 167-182, 2011.

WHO Expert Committee on Physical Status: the use and interpretation of Anthropometry. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO Expert Committee**. Geneva: World Health Organization; p. 452, 1995.

## ESTADO NUTRICIONAL MATERNO E INDICADORES NUTRICIONAIS ASSOCIADOS AO PESO AO NASCER EM UM HOSPITAL DE REFERÊNCIA

### **Joana Géssica de Albuquerque Diniz**

Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, Macaé, Rio de Janeiro.

### **Hugo Demesio Maia Torquato Paredes**

Curso de Enfermagem e Obstetrícia da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, Macaé, Rio de Janeiro.

### **Alice Bouskelá**

Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, Macaé, Rio de Janeiro.

### **Camilla Medeiros Macedo da Rocha**

Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, Macaé, Rio de Janeiro.

### **Flavia Farias Lima**

Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, Macaé, Rio de Janeiro.

### **Fernanda Amorim de Moraes Nascimento Braga**

Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, Macaé, Rio de Janeiro.

### **Maria Fernanda Larcher de Almeida**

Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, Macaé, Rio de Janeiro.

### **Cleber Nascimento do Carmo**

Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos em Saúde. Escola Nacional de

Saúde Pública Sérgio Arouca/Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

### **Jane de Carlos Santana Capelli**

Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus UFRJ-Macaé Professor Aloísio Teixeira, Macaé, Rio de Janeiro.

**RESUMO:** O estudo visa avaliar o estado nutricional de puérperas e indicadores nutricionais associados ao peso ao nascer em um hospital de referência de Macaé/RJ. Trata-se de um estudo descritivo, transversal com puérperas e seus neonatos, em uma maternidade de referência de Macaé, entre agosto e dezembro de 2014. De um total de 115 puérperas, 72,0% apresentaram idade entre 20 e 49 anos. Detectaram-se 48,7% com peso pré-gestacional adequado e 40,9% com ganho de peso adequado na gestação. No entanto, 34,8% tiveram ganho de peso excessivo. Dos recém-nascidos, 7,0% apresentaram baixo peso ao nascer. Houve associação estatisticamente significativa do peso ao nascer com o ganho de peso gestacional ( $p$ -valor=0,000) e o IMC pré-gestacional ( $p$ -valor=0,03). Pode-se concluir que a maioria das puérperas apresentou peso adequado pelo IMC pré-gestacional e o excesso de peso (obesidade e sobrepeso) foi elevado. A maioria das participantes apresentou o ganho de peso na gestação, porém o excesso de

peso foi cerca de 1/3. As associações entre O IMC pré-gestacional, o ganho de peso gestacional e o peso ao nascer foram estatisticamente significativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Antropometria. Avaliação Nutricional. Estado Nutricional.

## MATERNAL NUTRITIONAL STATUS AND NUTRITIONAL INDICATORS ASSOCIATED WITH WEIGHT AT BIRTH IN A REFERENCE HOSPITAL

**ABSTRACT:** This study aims to evaluate the nutritional status of women postpartum and nutritional indicators associated with birth weight in a reference hospital in Macaé/RJ. It is a cross-sectional descriptive study with women postpartum and their neonates in a reference maternity hospital in Macaé between August and December 2014. Of a total of 115 women postpartum, 72.0% were aged between 20 and 49 years, 48.7% with adequate pre-gestational weight and 40.9% with adequate weight gain during gestation were detected. However, 34.8% had excessive weight gain. Of the newborns, 7.0% presented low birth weight. There was a statistically significant association of birth weight with gestational weight gain (p-value=0.000) and pre-gestational BMI (p-value=0.03). It is possible to conclude that the majority of the women postpartum presented adequate weight by the pre-gestational BMI and the excess weight (obesity and overweight) was elevated. The majority of the participants presented the weight gain during pregnancy, but the excess weight was about 1/3. The associations between pre-gestational BMI, gestational weight gain and birth weight were statistically significant.

**KEYWORDS:** Anthropometry. Nutritional Assessment. Nutritional Status.

### 1 | INTRODUÇÃO

A avaliação do estado nutricional da mulher no início e no decorrer da gestação é uma conduta fundamental para verificar desvios nutricionais com importância no prognóstico do desenvolvimento fetal, bem como para permitir a prevenção da morbimortalidade perinatal, baixo peso ao nascer e peso insuficiente do neonato, promovendo a saúde do binômio mãe-filho (PADILHA et al., 2007; BRASIL, 2012). Isto porque, o diagnóstico nutricional inicial permite traçar a recomendação de ganho de peso gestacional, bem como intervir de maneira adequada para cada caso (INSTITUTE OF MEDICINE, 2009; SATO; FUJIMORI, 2012; BRASIL, 2004).

No Brasil, pesquisas de amostragem representativa da população brasileira apontam que o sobrepeso e a obesidade estão em grande ascensão. A prevalência de obesidade na população feminina adulta cresceu de 8,0% para 18,4% nas últimas quatro décadas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1977; 2011). Tal incremento é preocupante, uma vez que o excesso de peso tanto antes quanto durante a gestação impacta no desfecho da gestação e aumentam a retenção de peso no puerpério (DREHMER et al., 2010) que é estimada na literatura entre 0,29Kg (HUANG et al., 2010) e 8,4Kg (ROONEY; SCHAUBERGER, 2002) podendo

chegar até 33,0Kg se não houver atenção pré-natal adequada (GUYTON; HALL, 2011).

No que tange o desfecho da gestação, pode-se destacar o peso ao nascer, que é uma variável que reflete as condições sociais, econômicas e ambientais, às quais a mulher se encontra no período gestacional, sendo considerado um importante indicador de saúde no campo da saúde pública (CAPELLI et al., 2014; LIMA; SAMPAIO, 2004).

Dentre fatores associados ao peso ao nascer, pode-se destacar o peso pré-gestacional e o ganho de peso total ao final da gestação. O peso pré-gravídico parece ser o fator de maior importância quanto à predição de intercorrências gestacionais, desfechos perinatais e Baixo Peso ao Nascer (BPN), uma vez que influencia diretamente a saúde materna após o parto e a saúde do lactente (PADILHA et al., 2007). O *Institute of Medicine* recomenda que o ganho de peso ideal seja avaliado durante as consultas do pré-natal, de acordo com o estado nutricional inicial da gestante, sugerido a partir do Índice de Massa Corporal (IMC) (INSTITUTE OF MEDICINE, 1990).

Os estudos no campo da saúde materno infantil no município de Macaé ainda são escassos. Assim, a presente pesquisa permitirá que a realidade local seja conhecida e entendida, e contribuirá com as políticas públicas voltadas a assistência pré-natal oferecida pelo Sistema Único de Saúde no âmbito local, em consonância a Política de Atenção Integral a Saúde da Mulher (PAISM) (BRASIL, 2004) e aos princípios norteadores do SUS (ARRETCHE, 2005).

O presente estudo visa avaliar o estado nutricional de puérperas e indicadores nutricionais associados ao peso ao nascer em um hospital de referência de Macaé/RJ.

## 2 | MÉTODOS

Realizou-se um estudo descritivo, transversal, de base primária e secundária com puérperas adultas, atendidas na maternidade do Hospital Público Municipal Dr. Fernando Pereira da Silva (HPM), localizado em Macaé, um município da região Norte Fluminense, com estimativa populacional de 206.728 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016) e registro de 4.174 nascidos vivos filhos de mães residentes no município, segundo o Sinasc/DataSUS, no de 2014 (BRASIL, 2014).

Os seguintes critérios de elegibilidade das puérperas (e seus recém-natos) foram definidos: residir no município de Macaé, ter à época do estudo a idade entre 20 e 49 anos. Os critérios de exclusão adotados foram: registro de complicações no parto, gestação de alto risco (com doença obstétrica na gestação atual, tais como exemplo de pré-eclâmpsia, eclâmpsia, e diabetes gestacional), bem como os recém-

nascidos prematuros com baixo peso ou peso insuficiente para a idade gestacional (para que possíveis vieses fossem evitados).

A amostra foi calculada tendo em vista uma população finita de 2500 partos por ano, com prevalência estimada para o baixo peso ao nascer de 10%, margem de erro de 5%, intervalo de confiança de 90%, acrescentando 10% para possíveis perdas, estimando-se uma amostra de 103 puérperas.

A coleta de dados foi feita por meio de um entrevistador, previamente treinado para aplicação do questionário, que entrevistou as puérperas nas primeiras 48 horas após admissão no alojamento conjunto, no período entre agosto e dezembro de 2014, em três turnos semanais. Os dados antropométricos e aqueles desconhecidos pelas puérperas foram coletados nos prontuários médicos e no cartão da gestante. As puérperas foram primeiramente esclarecidas sobre o estudo e assinaram do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Cabe ressaltar que não houve recusas neste estudo.

Para a coleta de dados foi utilizado um questionário estruturado contendo informações sobre a puérpera e seu recém-nascido (RN), contendo as seguintes variáveis: (a) dado demográfico – idade materna (em anos: 20 – 29, 30 – 39,  $\geq 40$ ); (b) dados socioeconômicos – estado civil [solteira, casada, união livre (tem companheiro, mas não mora na mesma casa) e outros], escolaridade (anos de estudo:  $< 9$  e  $\geq 9$ ) e renda familiar (Salário mínimo, R\$:  $< 1$ , 1 – 2, 3 – 4,  $\geq 5$  e Ignorado); (c) dados antropométricos – estatura (m), peso pré-gestacional (Kg), índice de massa corporal pré-gestacional ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ ), peso ao nascer em gramas do recém-nascido; (d) indicadores nutricionais – classificação nutricional pré-gestacional e ganho de peso gestacional total (ao final da gestação); (e) dados assistência pré-natal – idade gestacional (em semanas) na primeira consulta, frequência ao pré-natal (número de consultas); (f) dados pós-natal – classificação do peso ao nascer e data de nascimento do recém-nascido.

A análise descritiva das variáveis foi realizada por meio de frequências absolutas e relativas, médias, desvio padrão, valores mínimo e máximo. Para comparar médias entre os grupos foi aplicado o procedimento de análise de variância (ANOVA) para amostras independentes. O nível de significância de 5% foi considerado em todas as análises. Para todas as análises foi utilizado o programa estatístico computacional SPSS versão 20.0®.

A classificação do estado nutricional pré-gestacional foi determinado pelo Índice de Massa Corporal (IMC), obtido pela relação peso (Kg)/estatura (m)<sup>2</sup>; com classificação pelos pontos de corte do *National Academy of Sciences do Institute of Medicine* (2009), no qual o IMC  $< 18,5$  = baixo peso; entre 18,5–24,9 é peso adequado; entre 25,0 – 29,9 classifica como sobrepeso; e  $\geq 30,0$  obesidade.

A classificação do ganho de peso gestacional ideal foi realizada segundo recomendação do *Institute of Medicine* (2009), que preconiza para gestantes em baixo peso entre 12,5–18 Kg; com peso adequado entre 11–16 kg; com sobrepeso

entre 7–11,5 kg; e com obesidade entre 5–9 kg.

Para a classificação do peso ao nascer seguiu-se o critério recomendado pela Organização Mundial da Saúde (PUFFER; SERRANO, 1987), com os seguintes pontos de corte: Baixo peso: <2500g; Peso insuficiente: 2500 a 2999g; Peso adequado: 3000 a 3999g; Excesso de peso: ≥4000g.

Este trabalho faz parte do projeto de pesquisa matriz intitulado como “Fatores demográficos, socioeconômicos, assistência pré-natal e nutricional relacionados ao baixo peso ao nascer: um estudo transversal realizado em um hospital municipal de Macaé, RJ”, e está em atendimento à Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) no 466, de 12 de dezembro de 2012, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Campos dos Goytacazes-RJ, com o CAAE no 32809614.1.0000.5244.

### 3 | RESULTADOS

Um total de 115 puérperas participaram do estudo. Detectou-se que 72,0% apresentaram idade entre 20 e 29 anos e média de idade de 26,71±5,22 anos; 33,9% eram solteiras, 33,9% casadas, 30,4% apresentaram união livre; 85,2% escolaridade maior ou igual a 9 anos de estudo; enquanto que 49,6% relataram possuir renda familiar entre 1 a 2 salários mínimos, seguida de 3 a 4 (20,0%), ≥ 5 (7,0) e < 1 (4,3%). Destaca-se ainda para a variável renda familiar que 19,1% das puérperas ignoram a renda. Quanto ao número de consultas de pré-natal, detectou-se que 72,2% realizaram 6 ou mais consultas (Tabela 1).

Variáveis	N	(%)
Idade (anos)		
20 – 29	81	70,4
30 – 39	32	27,8
≥40	2	1,8
Estado Civil		
Solteira	39	33,9
Casada	39	33,9
União Livre	35	30,4
Outros	2	1,7
Escolaridade (anos)		
< 9	16	13,9
≥ 9	98	85,2
Ignorada	1	0,9
Renda Familiar (SM) <sup>1</sup>		
< 1	5	4,3
1 – 2	57	49,6
3 – 4	23	20,0
≥ 5	8	7,0
Ignorado	22	19,1
Nº consultas pré-natal		

<3	4	3,5
3 – 5	28	24,3
≥ 6	83	72,2

Tabela 1. Distribuição percentual de variáveis demográfica, socioeconômicas, e assistência pré-natal das puérperas assistidas em uma maternidade de Macaé. Agosto a dezembro de 2014. (n=115)

<sup>1</sup>SM: Salário Mínimo.

Detectou-se que a média±DP de idade materna foi de 26,71±5,2 anos e a idade gestacional na primeira consulta foi de 13,72±5,8 semanas. As médias±DP do peso pré-gestacional e da estatura das puérperas corresponderam a 63,55±13,88 kg e 1,59±0,08 m, respectivamente, sendo o IMC pré-gestacional médio±DP de 25,15±5,19 kg/m<sup>2</sup>. O ganho de peso ao longo da gestação foi em média±DP de 12,04±5,58 kg, variando de -4,0 kg a 26 kg. Quanto ao peso ao nascer do neonato, observou-se que a média± DP foi de 3217,0±555,0 g (Tabela 2).

Variáveis	Média±DP	Mínimo	Máximo
Idade materna (anos)	26,71±5,22	20	41
Idade gestacional (semanas) <sup>2</sup>	13,72±5,8	4	40
Peso Pré-Gestacional (kg)	63,55±13,88	38	104
Estatura (m)	1,588±0,078	1,46	1,76
IMC Pré-gestacional (kg/m <sup>2</sup> )	25,15±5,19	17,12	41,14
Ganho de peso total (kg) <sup>3</sup>	12,04±5,58	-4,0	26,0
Peso ao Nascer RN (g)	3217,0±555,0	1150,0	4335,0

Tabela 2. Valores médios, desvio padrão, mínimo e máximo, das variáveis demográfica, indicadores nutricionais, assistência pré-natal de puérperas e peso ao nascer de RN1 em uma maternidade de referência de Macaé. Agosto a dezembro de 2014. (n=115).

<sup>1</sup>RN: Recém-nascido.

<sup>2</sup>na primeira consulta.

<sup>3</sup>na gestação.

A maioria das puérperas apresentou peso adequado pelo IMC pré-gestacional (48,7%), seguido de obesidade (26,1%), sobrepeso (15,6%) e baixo peso (9,6%). Quanto ao ganho de peso na gestação, a maioria (40,9%) apresentou um ganho adequado, seguido de excesso (34,8%) e baixo ganho de peso na gestação (24,3%) (Tabela 3).

Em relação à idade gestacional do recém-nascido, detectou-se que 11,3% nasceram pré-termo e 87,0% a termo. Enquanto o peso ao nascer apresentou-se adequado para 64,3% dos recém-nascidos, insuficiente para 20,9%, baixo para 7,0%, e excesso de peso em 6,1% (Tabela 3).

Variáveis	N	(%)
Classificação do peso pré-gestacional <sup>1</sup>		
Baixo Peso	11	9,6
Peso Adequado	56	48,7
Sobrepeso	18	15,6
Obesidade	30	26,1
Ganho de peso gestacional <sup>1</sup>		
Baixo	28	24,3
Adequado	47	40,9
Excesso	40	34,8
Idade gestacional do RN		
Pré-termo	13	11,3
A termo	100	87,0
Ignorado	2	1,7
Peso ao nascer (g)		
Baixo peso	8	7,0
Peso insuficiente	24	20,9
Peso adequado	74	64,3
Excesso de peso	7	6,1
Ignorado	2	1,7

Tabela 3. Estado nutricional de puérperas, idade gestacional e peso ao nascer de recém-nascidos (RN) assistidos em uma maternidade de referência de Macaé. Agosto a dezembro de 2014. (n=115)

<sup>1</sup>Institute of Medicine (2009).

Quando analisada a associação dos indicadores nutricionais com o peso ao nascer, verificou-se a associação estatisticamente significativa do ganho de peso gestacional (p valor=0,000) e o IMC pré-gestacional (p valor=0,03) com o peso ao nascer (Tabela 4).

Indicadores Nutricionais	Total (n)	Peso ao nascer		
		Média	Desvio Padrão	p valor <sup>2</sup>
IMC Pré-gestacional <sup>3</sup> (Kg/m <sup>2</sup> )				0,03
Baixo Peso	11	2764,09	512,24	
Eutrofia	55	3240,36	468,86	
Sobrepeso	18	3221,67	706,73	
Obesidade	29	3341,21	571,31	
Total	113	3216,90	557,89	
Ganho de Peso Gestacional				0,000
Baixo	28	2895,00	591,75	

Adequado	46	3214,35	462,13
Excesso	39	3451,03	531,99
Total	113	3216,90	557,89

Tabela 4. Valores médios e desvio padrão de peso ao nascer e sua associação com indicadores nutricionais de puérperas assistidas em uma maternidade de referência de Macaé. Agosto a dezembro de 2014. (n=113).<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Houve 2 missing.

<sup>2</sup>Análise de variância ANOVA.

<sup>3</sup>Institute of Medicine (2009).

## 4 | DISCUSSÃO

Os resultados revelam que a maioria das puérperas possui companheiro, escolaridade a partir de nove anos de estudo, renda familiar menor que dois salários mínimos e realizou seis ou mais consultas pré-natal. No que tange ao estado nutricional, segundo IMC pré-gestacional, verificou-se que aproximadamente a metade das puérperas apresentou peso adequado, seguido de obesidade, e pouco menos da metade teve um ganho de peso adequado ao final da gestação. A maioria das puérperas teve o recém-nascido apresentando peso adequado. Além disso, as associações entre o IMC pré-gestacional, o ganho de peso gestacional e o peso ao nascer foram estatisticamente significativas.

As características socioeconômicas das participantes do estudo foram similares àquelas encontradas por Lima e Sampaio (2004), que analisaram a influência dos fatores obstétricos, socioeconômicos e nutricionais sobre o peso do recém-nascido, de 277 puérperas em uma maternidade de Teresina – PI, no período de janeiro a maio de 2003, no qual encontraram idade média de  $25 \pm 3,8$  anos, a maioria (88,8%) com companheiro, em união oficializada ou não e 53,8% tinham um nível de instrução de oito ou mais anos de estudo formal.

Capelli e cols. (2014) realizando um estudo seccional, descritivo, conduzido no Hospital Maternidade Herculano Pinheiro (HMHP), Rio de Janeiro, entre dezembro de 2008 e fevereiro de 2009, analisando fatores relacionados ao peso ao nascer com 137 puérperas entre 20 e 34 anos, encontraram média de idade de  $24,99 \pm 4,4$  anos; que três quartos das puérperas viviam com companheiro e quase a metade tinha de oito a 11 anos de estudo.

Knob e cols. (2016) em um estudo descritivo, transversal, analisaram a correlação entre o estado nutricional de recém-nascidos (RN) com os dados antropométricos maternos pré-gestacionais e ao término da gestação, no Hospital Geral e Maternidade de Lages (SC), entre janeiro e fevereiro de 2013. Os autores analisaram dados de 168 mães e seus respectivos filhos, que apresentaram a média  $\pm$  DP de idade de  $26,1 \pm 6,2$  anos, variando entre 18 e 42 anos. A média de idade foi similar ao presente

estudo, contudo, a idade mínima foi de 18 anos, divergindo do nosso estudo, cujo ponto de corte foi acima de 20 anos.

Melo e cols. (2007) descreveram as características de uma coorte de 115 gestantes atendidas pelo Programa de Saúde da Família em Campina Grande, Paraíba, a partir da classificação do estado nutricional inicial, ganho de peso ponderal gestacional e a resistência nas artérias uterinas, entre março de 2005 a 2006, e encontraram idade média de  $24 \pm 5$  anos, similar aos nossos achados ( $26,71 \pm 5,22$  anos).

Meller e Santos (2009), em estudo retrospectivo realizado em uma instituição hospitalar de Porto Alegre/RS, visando verificar a influência do estado nutricional da gestante na saúde do recém-nascido, em 260 prontuários de mulheres que realizaram pelo menos uma consulta de assistência pré-natal e o parto no hospital, entre agosto de 2006 e janeiro de 2007, encontraram a idade média de  $29,2 \pm 3,8$  anos. Os autores observaram que 98,1% das mulheres estudaram mais de oito anos e 59,6% estavam com companheiro, em união oficializada ou não.

A faixa etária entre 20 e 30 anos é considerada adequada, do ponto de vista reprodutivo, uma vez que está associada ao menor risco perinatal (COSTA; GOTLIEB, 1998) Estudos apontam desvantagem psicológica em ser mãe solteira e a ausência do pai, que pode impactar na estabilidade econômica da família e acarretar no baixo peso ao nascer (LIMA; SAMPAIO, 2004). Quanto a escolaridade, verificou-se neste estudo, que 85,0% das mulheres estudaram acima de nove anos, proporção superior àquelas encontradas nos estudos supracitados. Esse dado é relevante uma vez que a escolaridade é considerada um fator protetor para o desfecho positivo do peso ao nascer (KNOB et al, 2016; MELO et al. 2007; MELLER; SANTOS, 2009). Quanto à renda, cerca de 19,0% de dados foram ignorados, justificados pelo desconhecimento das puérperas sobre essa informação; e cerca de 54,0% apresentaram renda inferior a dois salários mínimos.

Neste estudo, a maioria das puérperas realizou seis ou mais consultas de pré-natal, onde a média da IG da primeira consulta foi de aproximadamente 14 semanas, ou seja, a partir do segundo trimestre. Todavia, a recomendação preconizada pelo Ministério da Saúde é que sejam feitas no mínimo seis consultas durante o pré-natal, sendo a primeira ainda no primeiro trimestre, duas no segundo e três no terceiro trimestre gestacional (BRASIL, 2005).

Meller e Santos (2009) verificaram que a média de idade na primeira consulta pelas gestantes foi de  $12,9 \pm 5,3$  semanas e 93,1% foram atendidas seis ou mais vezes durante o pré-natal. Capelli e cols. (2014) encontraram resultados similares em seu estudo, no qual a média da IG na primeira semana foi de  $13,32 \pm 7,49$  semanas e a média de consultas durante o período de pré-natal foi de  $6,5 \pm 2,3$ . Já Lima e Sampaio (2009) observaram que a média da idade gestacional na primeira consulta foi de  $12,6 \pm 2,9$  semanas e 63,9% das gestantes foram atendidas seis ou mais vezes durante o pré-natal. Sabe-se que a adequada assistência durante o período pré-

natal garante o parto de recém-nascido saudável, sem prejuízos à saúde materna. O progresso nesta assistência se correlaciona com a sua qualidade, facilidade de acesso e, também, com o cuidadoso acompanhamento de cada gestante, favorecendo desfechos gestacionais positivos tanto para a puérpera como para o recém-nascido (MELLER; SANTOS, 2009).

O estudo detectou também que a maioria das puérperas iniciou a gestação com o peso adequado, segundo o IMC pré-gestacional. Melo e cols. (2007) encontraram resultado similar, no qual a maioria das gestantes iniciou a gestação com IMC indicativo de eutrofia. Já Meller e Santos (2009) constataram que a maioria das gestantes iniciou a gestação com má nutrição, sendo esta relacionada a excesso ou déficit nutricional. Amorim e cols. (2009) ao determinarem a frequência de macrossomia nos recém-nascidos vivos em um serviço obstétrico de referência em Campina Grande, Paraíba, associando aos fatores de risco maternos em 551 puérperas, no período de agosto a outubro de 2007, encontraram 73,9% das participantes iniciando a gestação com adequação ponderal, assim como Padilha e cols. (2007), ao analisarem a associação entre o estado nutricional pré-gestacional materno e os desfechos maternos com 433 puérperas adultas atendidas na Maternidade Escola da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), encontraram 68,2%.

Verificou-se que maioria das puérperas participantes deste estudo apresentou ganho de peso gestacional adequado, diferente do encontrado por Melo e cols. (2007), onde as gestantes apresentaram ganho de peso gestacional excessivo tanto no segundo quanto no terceiro trimestres gestacionais, 44,0% e 45,0%, respectivamente. Enquanto Rocha e cols. (2005) ao avaliarem o estado nutricional e a prevalência de anemia durante a gestação e correlacionar com o peso do recém-nascido, em 168 gestantes usuárias do serviço público de Viçosa, Minas Gerais, detectaram 60,0% das puérperas apresentando ganho de peso gestacional insuficiente.

Kac e Velásquez-Meléndez (2005) também encontraram o resultado similar ao estudo supracitado, ao identificarem as co-variáveis potencialmente associadas à macrossomia, incluindo o ganho de peso gestacional excessivo em uma coorte com 230 pares de mães e filhos no município do Rio de Janeiro, entre maio de 1999 e abril de 2001. Os autores verificaram que 36,5% das puérperas apresentaram ganho de peso gestacional insuficiente, correspondendo à maioria da amostra.

É relevante ressaltar que inadequações quanto ao ganho de peso gestacional influenciam diretamente no desfecho perinatal de modo a impactar no peso ao nascer do recém-nascido. Um ganho de peso gestacional insuficiente está relacionado com o retardo no crescimento intrauterino e aumento da mortalidade perinatal, enquanto que um ganho de peso gestacional excessivo se relaciona com diabetes gestacional, macrossomia fetal, dificuldades durante o parto e hipoglicemia no neonato (BRASIL, 2012). Além disso, o peso pré-gestacional inadequado acompanhado de ganho de peso gestacional insuficiente, aumenta as chances de inadequações no que diz respeito ao déficit ponderal no neonato. Por estes fatores, atentar-se quanto

ao adequado ganho de peso gestacional é de suma importância para prevenir intercorrências gestacionais e perinatais tanto para a mãe quanto para o lactente (BRASIL, 2012).

Acerca do peso ao nascer, Melo e cols. (2007) verificaram que um terço dos recém-nascidos do estudo nasceu com inadequação ponderal, de modo que o percentual de peso insuficiente e BPN somados atingiram o valor de 24,0%, semelhante ao presente estudo, onde 27,9% dos neonatos nasceram com peso insuficiente e BPN, embora a maioria tenha atingido adequação. Knob e cols. (2016) encontraram resultados semelhantes analisando a associação do estado nutricional de recém-nascido com os dados antropométricos maternos pré-gestacionais e ao término da gestação, no qual 72,6% dos neonatos nasceram com peso adequado, porém 23,2% destes se encontravam com inadequação por déficit ponderal.

Analisando a associação entre o IMC pré-gestacional, ganho de peso gestacional e peso ao nascer, Knob e cols. (2016) verificaram a correlação entre o peso pré-gestacional e o peso pós-gestacional (final) com peso (Kg), perímetro cefálico (cm) e comprimento (cm) do recém-nascido ( $p < 0,01$ ). Detectaram também as correlações do IMC pré-gestacional e final, do ganho ponderal e da altura materna com o peso do recém-nascido ( $p < 0,01$ ). Os autores observaram que o peso final materno e a idade gestacional foram as variáveis que apresentaram maior correlação com o estado nutricional do recém-nascido. Da mesma forma, Lima e Sampaio (2004) encontraram associação positiva entre o estado nutricional materno e peso ao nascer ( $p = 0,013$ ).

Rocha e cols. (2005) observaram que tanto o IMC pré-gestacional quanto o ganho de peso gestacional se associaram com significância estatística com o peso ao nascer do recém-nascido ( $p < 0,05$  e  $p < 0,0001$ , respectivamente), porém a variável antropométrica da gestante que mais se correlacionou com este desfecho foi o ganho de peso gestacional, corroborando, portanto, com o presente estudo, no qual o ganho de peso gestacional foi a variável que possuiu relação estatisticamente significativa com o peso ao nascer do recém-nascido.

Meller e Santos (2009) encontraram associação estatisticamente significativa entre o ganho de peso gestacional e a adequação de peso dos bebês para a idade gestacional, assim como na relação do ganho de peso gestacional e peso ao nascer ( $p = 0,000$ ). De forma similar, o estudo de Eleutério e cols. (2013) avaliando a influência do estado nutricional materno no peso ao nascer de neonatos, em um hospital no município de Pará de Minas, Minas Gerais, nos anos de 2009 a 2010, encontraram a associação estatisticamente significativa e diretamente proporcional entre o peso dos neonatos e ganho de peso gestacional ( $p < 0,05$ ).

Fonseca e cols. (2014) encontraram resultado semelhante ao associarem o sobrepeso e obesidade pré-gravídica e gestacional com o peso ao nascer, em 712 gestantes internadas para o parto no hospital da Faculdade de Medicina de Jundiaí, no período de setembro de 2009 a dezembro de 2012, onde puérperas com excesso de peso pré-gravídico tiveram maior percentual de recém-nascido com peso

adequado (sobrepeso 66,1%; obesidade 68,4%), da mesma forma para as gestantes com excesso de ganho de peso gestacional total (69,6%). Contudo, as gestantes com baixo peso pré-gravídicos foram as que apresentaram maior frequência de recém-nascido com peso inadequado (baixo peso 22,4%; insuficiente 32,7%); assim como o risco de baixo peso (OR=2,85) e peso insuficiente (OR=2,15) para neonatos de puérperas com ganho de peso gestacional total insuficiente.

Meller e Santos (2009), por sua vez, não encontraram relação estatisticamente significativa entre o IMC pré-gestacional e o peso ao nascer, somente do ganho de peso gestacional e o peso ao nascer, assim como Sato e Fujimori<sup>4</sup> ao caracterizarem o estado nutricional e o ganho de peso de 228 gestantes atendidas em um centro de saúde do município de São Paulo, avaliando a influência destas variáveis no peso da criança ao nascer, observaram também que o ganho de peso gestacional se correlacionou com o peso ao nascer, corroborando com os achados deste estudo.

Neste estudo, o IMC pré-gestacional e o ganho de peso gestacional se associaram positivamente com o desfecho gestacional, impactando no peso ao nascer do recém-nascido. Além disso, apresentou um percentual elevado (cerca de 28,0%), quando analisados em conjunto, para o peso insuficiente e BPN, merecendo cuidadosa atenção.

Cabe destacar que o presente estudo é representativo das puérperas de baixo risco atendidas na principal maternidade pública do município de Macaé, não sendo possível generalizar seus resultados para populações com outras características. Todavia, seus dados são pioneiros, uma vez que não há estudos epidemiológicos associando os indicadores antropométricos gestacionais ao peso ao nascer no município de Macaé.

## 5 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a maioria das puérperas apresentou peso adequado pelo IMC pré-gestacional, e o excesso de peso (obesidade e sobrepeso) foi elevado na amostra estudada, o que é um dado preocupante. A maioria das participantes apresentou o ganho de peso na gestação, porém o excesso de peso foi cerca de 1/3. As associações entre o IMC pré-gestacional, o ganho de peso gestacional e o peso ao nascer foram estatisticamente significativas.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, M. M. R. et al. Fatores de risco para macrossomia em recém-nascidos de uma maternidade-escola no Nordeste do Brasil. **Rev Bras Ginecol Obstet**, v. 31, n. 5, p. 241-8, 2009.

ARRETCHE, M. Quem ganha e quem gasta: a barganha federativa na federação brasileira. **Rev Sociol Polit**, v. 24, 69-85, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde (BR). Departamento de Informática do SUS – DATASUS/Estatísticas Vitais. **Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos – SINASC**, 2014. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinasc/cnv/nvrj.def> . Acesso em 17 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Atenção ao pré-natal de baixo risco**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 318 p.: il. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) (Cadernos de Atenção Básica, n° 32).

BRASIL. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Área Técnica de Saúde da Mulher. **Pré-natal e Puerpério: atenção qualificada e humanizada - manual técnico**/Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas – Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 158 p. color. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) – (Série Direitos Sexuais e Direitos Reprodutivos - Caderno n° 5).

BRASIL. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Política nacional de atenção integral à saúde da mulher: princípios e diretrizes**/Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. – Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

CAPELLI, J. C. S. et al. Peso ao nascer e fatores associados ao período pré-natal: um estudo transversal em hospital maternidade de referência. **Ciênc Saúde Coletiva**, v. 19, n. 7, p. 2063-2072, 2014.

COSTA, C. E.; GOTLIEB, S. L. D. Estudo epidemiológico do peso ao nascer a partir da declaração de nascidos vivos. **Rev Saúde Pública**, v. 32, n. 4, 1998.

DREHMER, M. et al. Socioeconomic, demographic and nutritional factors associated with maternal weight gain in general practices in Southern Brazil. **Cad Saúde Pública**, v. 26, n. 5, p. 1024-1034, 2010.

ELEUTÉRIO, B. M.; ARAÚJO, G. L. O.; SILVEIRA, L. P. Perfil nutricional materno e estado nutricional neonatal, na cidade de Pará de Minas – MG. **Rev Med Minas Gerais**, v. 23, n. 3, p. 311-317, 2013.

FONSECA, M. R. C. C. et al. Ganho de peso gestacional e peso ao nascer do concepto: estudo transversal na região de Jundiaí, São Paulo, Brasil. **Ciênc Saúde Coletiva**, v. 19, n. 5, p. 1401-1407, 2014.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Ed. Elsevier. 12ª edição. Rio de Janeiro, 2011.

HUANG, T. T.; WANG, H. S.; DAI, F. T. Effect of pre-pregnancy body size on postpartum weight retention. **Midwifery**, v. 26, n. 2, p. 222-31, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estudo nacional da despesa familiar 1974-75: Consumo alimentar; antropometria**. Rio de Janeiro: 1977. 110p. tab. (Estudo nacional da despesa familiar, v.1: dados preliminares, t 1.)

INSTITUTE OF MEDICINE. **Subcommittee on Nutritional Status and Weight Gain During Pregnancy**. Nutrition During Pregnancy. Washington, DC: National Academy Press; 1990.

INSTITUTE OF MEDICINE. National Research Council. **Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines**. Washington (DC): National Academy of Science, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**/IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Macaé. Rio de Janeiro. **Cidades** [Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330240>. Acesso em: 16 mar. 2019.

KAC, G.; VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. Ganho de peso gestacional e macrosomia em uma coorte de mães e filhos. **J Pediatr**, Rio de Janeiro, v. 81, p. 47-53, 2005.

KNOB, J. I.; BOTTARO, S. M.; KIRCHNER, R. M. Correlação entre o estado antropométrico materno e o do recém-nascido. **RASBRAN - Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 31-37, 2016.

LIMA, G. S. P.; SAMPAIO, H. A. C. Influência de fatores obstétricos, socioeconômicos e nutricionais da gestante sobre o peso do recém-nascido: estudo realizado em uma maternidade em Teresina, Piauí. **Rev Bras Saúde Matern Infant**, Recife, v. 4, n. 3, p. 253-261, 2004.

MELLER, T. C.; SANTOS, L. C. A influência do estado nutricional da gestante na saúde do recém-nascido. **Rev Bras Ciênc Saúde**, v. 13, n. 1, p. 33-40, 2009.

MELO, A. S. O. et al. Estado nutricional materno, ganho de peso gestacional e peso ao nascer. **Rev Bras Epidemiol**, v. 10, n. 2, p. 249-57, 2007.

ROCHA, D. S. et al. Estado nutricional e anemia ferropriva em gestantes: relação com o peso da criança ao nascer. **Rev Nutr**, v. 18, n. 4, p. 481-489, 2005.

ROONEY, B. L.; SCHAUBERGER, C. W. Excess pregnancy weight gain and longterm obesity: one decade later. **Obstet Gynecol**, v. 100, n. 2, 245-52, 2002.

SANTOS, M. M. et al. Estado nutricional pré-gestacional, ganho de peso materno, condições da assistência pré-natal e desfechos perinatais adversos entre puérperas adolescentes. **Rev Bras Epidemiol**, v. 15, n. 1, p. 143-54, 2012.

SATO, A. P. S.; FUJIMORI E. Estado nutricional e ganho de peso de gestantes. **Rev Latino-Am Enfermagem**, v. 20, n. 3, p. 462-468, 2012.

PADILHA, P.C. et al. Associação entre o estado nutricional pré-gestacional e a predição do risco de intercorrências gestacionais, **Rev Bras Ginecol Obstetr**, v. 29, n. 10, p. 511-8, 2007.

PUFFER, R. R.; SERRANO, C. **Patterns of birth weight**. PAHO Scientific Publication nº 504, Washington, DC: PAHO, 1987.

## IMC DE PRÉ-PÚBERES DAS REDES DE ENSINO PÚBLICA E PRIVADA EM VITÓRIA DA CONQUISTA, BA, BRASIL

### **Taylan Cunha Meira**

Mestrando em Ciências Fisiológicas pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Profissional de Educação Física, Faculdade de Tecnologia e Ciências FTC/VIC. Bahia (Ba), Brasil. E-mail: taylan.meira@hotmail.com

### **Ivan Conrado Oliveira**

Discente do curso de Educação Física, Faculdade de Tecnologia e Ciências FTC/VIC. Bahia(Ba), Brasil. E-mail: conradofiit@gmail.com

### **Diego Moraes Leite**

Discente do curso de Nutrição, Faculdade de Tecnologia e Ciências FTC/VIC. Bahia(Ba), Brasil. E-mail: diegoleitenutricao@gmail.com

### **Everton Almeida Sousa**

Profissional de Educação Física, Faculdade de Tecnologia e Ciências FTC/VIC. Bahia (Ba), Brasil. E-mail: evertonh102@hotmail.com

### **Carlos Alberto de Oliveira Borges**

Mestre em Educação Física pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (2012) e Graduado em Educação Física pela Universidade Católica do Salvador. Bahia (Ba), Brasil. E-mail: oliveiratu@hotmail.com

### **Thiago Macedo Lopes Correia**

Bacharel em Enfermagem pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Bahia (BA), Brasil. E-mail: thiagomlc\_94@yahoo.com.br

### **Luciano Evangelista dos Santos Filho**

Doutorando em Ciências Fisiológicas pelo Programa Multicêntrico de Pós-graduação, Sociedade Brasileira de Fisiologia, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Mestre em Ciências

Fisiológicas pelo Programa Multicêntrico de Pós-graduação, Sociedade Brasileira de Fisiologia, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Bahia (Ba), Brasil. E-mail: lucianofilho\_19@yahoo.com.br

### **Grazielle Prates Lourenço dos Santos Bittencourt**

Doutorando em Ciências Fisiológicas pelo Programa Multicêntrico de Pós-graduação, Sociedade Brasileira de Fisiologia, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Mestre em Ciências Fisiológicas pelo Programa Multicêntrico de Pós-graduação, Sociedade Brasileira de Fisiologia, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Bahia (Ba), Brasil. E-mail: grazi\_pls@yahoo.com.br

**RESUMO:** A utilização demasiada da tecnologia têm acarretado impactos negativos a saúde dos jovens, por exemplo a ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis, geradas pelo sedentarismo. Diante disso o objetivo desse estudo foi analisar o IMC de pré - púberes das redes ensinos público e privado de Vitória da Conquista, Ba. Foi realizado estudo transversal descritivo, que adotou uma amostragem não probabilística intencional, com a escolha de uma (01) escola da rede pública (municipal) e uma (01) da escola da rede privada da região

urbana do respectivo município. A amostra foi composta por 193 alunos das redes de ensino pública e privada. Esses números corresponderam (52,3%) do sexo masculino e (47,7%) do sexo feminino de ambas as redes de ensino, com a faixa etária de 8 á 10 anos. Em relação ao sobrepeso e a obesidade, teve o total de (18,6%) em ambas redes de ensino. Observando os sexos os meninos apresentaram (21,8%) de sobrepeso e obesidade e as meninas (15,2%). Quanto o baixo IMC obteve (32,1%), já o IMC adequado teve (49,2%), enquanto o sobrepeso e obesidade apresentou (9,3%) cada um em ambas redes de ensino. Comparando às redes de ensino observou maior baixo IMC entre pré-púberes da rede de ensino pública, enquanto maior sobrepeso e obesidade na rede de ensino privada.

**PALAVRAS-CHAVE:** IMC. Pré-Púberes. Rede Ensino.

## EVALUATION IMC OF PRE-POVERIES OF PUBLIC AND PRIVATE EDUCATION NETWORKS IN VITÓRIA DA CONQUISTA, BA, BRAZIL

**ABSTRACT:** Too much use of technology has had negative impacts on the health of young people, for example the occurrence of non-communicable chronic diseases, generated by the sedentary lifestyle. Aiming at this, the objective of this study was to analyze the BMI of prepubescent of the public and private teaching networks of Vitória da Conquista, Ba. A descriptive cross - sectional study was carried out, which adopted an intentional non - probabilistic sampling, with the choice of one (01) public school (municipal) and one (01) private school in the urban region of the respective municipality. The sample consisted of 193 students from public and private education networks. These numbers corresponded to 52.3% of males and 47.7% of females of both education networks, with ages ranging from 8 to 10 years. In relation to overweight and obesity, it had a total of (18.6%) in both education networks. Observing the sexes, the boys presented (21.8%) of overweight and obesity and the girls (15.2%). When the BMI was low (32.1%), the appropriate BMI had (49.2%), while overweight and obesity presented (9.3%) each in both teaching networks. Comparing to teaching networks observed higher low BMI among prepubescent of the public school network, while higher overweight and obesity in the private education network.

**KEYWORDS:** BMI. Pre-pubescent. Network Teaching.

## INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial, no século XVIII, junto ao advento da tecnologia, contribuiu na mudança de brincadeiras em ruas e praças das crianças por vídeo games, computadores e televisores. Logo, essa utilização demasiada da tecnologia têm acarretado impactos negativos a saúde dos jovens, por exemplo a ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis, geradas pelo sedentarismo (CRAEMER, DECKER, 2012).

Percebe-se então que o excesso de peso corporal na fase pré-púbere

ocasionado pelo sedentarismo têm provocado a ocorrência de doenças cardiovasculares e metabólicas na infância até a fase adulta (HALFON, 2012). Diante desse fato, o processo de crescimento e maturação biológica nesta fase poderá ser prejudicado de forma imediata, ou, a longo prazo. Dentre umas das causas agravantes para ocorrência desse evento, destaca-se os desequilíbrios calóricos gerados por padrões alimentares inadequados, como a ingestão de alimentos altamente calóricos e estilo de vida sedentário (DIAS et al., 2014).

Nesse contexto o sobrepeso e a obesidade é demonstrado em vários estudos que evidenciaram um aumento significativo da mortalidade e morbidade, por conta do excesso de peso corporal em diferentes fases da vida, além disso, maiores são os gastos com remédios e procedimentos cirúrgicos, utilizados como formas paliativas no controle de doenças crônicas não transmissíveis provocadas pelo excesso de peso corporal (SICHERI, SOUZA, 2008; MIRANDA; NAVARRO, 2016).

Rafraf et al. (2013) considerou que os níveis socioeconômicos podem influenciar na composição corporal de pré - púberes, através do sexo, faixa etária, renda familiar, rede de ensino, escolaridade dos pais e fatores comportamentais como baixas práticas de atividade física. Essa relação, é evidenciada pelos dados da Pesquisa Nacional de Saúde e Nutrição (PNSN, 2010) que analisaram maiores índices de sobrepeso em jovens com rendas mais elevadas.

Conforme esta situação apresentada observa-se que a prevalência do sobrepeso e a obesidade têm ocorrido no Brasil inteiro entre escolares da rede ensino público e privado. No estudo de MELLO et al. (2010) foi demonstrado um elevado grau do peso corporal entre estudantes de 6 a 10 anos nas escolas públicas da região Sul do país.

No estudo de Sousa et al. (2018) os resultados foram diferentes, observou que os níveis socioeconômico influenciou significativamente na composição corporal de crianças com idades de 8 á 10 anos, através da rede de ensino privada que apresentou uma maior ocorrência da obesidade em relação a rede de ensino pública.

É importante considerar que o baixo e o excesso de peso corporal na infância, pode ser avaliado pelo Índice de Massa Corpórea, pois esse método de avaliação tem a capacidade de indicar estado nutricional e o risco de mortalidade num contexto mundial (SCHMITZ, 2010). O índice de massa corporal por idade (IMC/idade acima do percentil 85 e obesidade acima do percentil 95, segue os padrões determinados pelo *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES II-III). Esse método de avaliação é possível adoção de limites do IMC em valores absolutos, sendo por várias faixas etárias durante o período de crescimento, sem nenhum comprometimento da especificidade e sensibilidade do diagnóstico (DUMITH et al., 2010).

Dessa forma esse estudo tem como objetivo analisar e comparar o Índice de Massa Corporal (IMC) de pré - púberes das redes de ensino público e privado na cidade de Vitória da Conquista, Ba.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho verificou o índice de massa corporal (IMC) de escolares de diferentes faixas etárias e sexos da cidade de Vitória da Conquista, Ba. A amostra foi dividida em dois grupos, um de escolas públicas e o outro de escolas privadas.

Foi realizado um estudo transversal descritivo, não controlado. O procedimento adotado segue as normas de ética em pesquisas com humano conforme a resolução nº 251, de 07/08/1997 do Conselho Nacional de Saúde e da resolução nº. 196, de 10/10/1996 que são as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, em concordância com os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1996 e 2000), da “World Medical Association. Sendo o estudo aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da respectiva instituição com parecer 2.956.804.

A participação foram de escolares constituídas de ambos os sexos, com idade de 08 (oito) a 10 (dez) anos, tendo como referencial o modelo de Gallahue e Ozmu, no estágio de transitório da fase motora especializada de crianças na fase pré-púbere (GALLAHUE et al., 2013). Os pais ou responsáveis foram esclarecidos sobre o estudo e assinaram o Termo de Livre Consentimento e Esclarecido. Para o desenvolvimento do estudo os procedimentos de seleção da amostra obedeceram a uma sequência de etapas, a amostragem não probabilística intencional, que pudesse efetivamente representar a população escolar considerável.

Foi escolhida uma escola do ensino fundamental da rede pública (municipal) e uma da escola da rede ensino privada da região urbana do município de Vitória da Conquista, Ba, sendo classificada separadamente por sexo, idade, série e segundo a escola em que estavam matriculados no ano letivo 2018.

Dentre os critérios adotados para a exclusão de algum escolar foram: (a) recusa em participar do estudo; (b) não ter autorização dos pais ou responsáveis; (c) ausência às aulas no dia agendado para a coleta dos dados; e (d) algum problema físico que o impedisse, temporária ou definitivamente, de realizar o peso e estatura (IMC).

A mensuração de massa e estatura corporal em pré-púberes da rede de ensino pública e privada foi realizada através da balança portátil, digital da marca FWB, com capacidade de 150 kg e graduação de 100g e o estadiômetro, fixo à parede, do tipo compacto de 2 metros da marca WISO (Wiso, China), com precisão de 1 mm.

Os dados coletados foram analisados através da estatística descritiva, com tabulação cruzada de qui – quadrado de Pearson considerando como variáveis o sexo, IMC, idade, Redes de ensino público e privado. Os valores de confiança de 5% ( $p < 0,05$ ), foram considerados estatisticamente significativos. As informações estatísticas foram obtidas com o auxílio do programa estatístico SPSS® Base 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

## RESULTADOS

Foram avaliados 193 escolares, sendo 101 da rede ensino pública (52,3%) e 92 da rede de ensino privada (47,7%). Esse número corresponde a 101 alunos do sexo masculino (52,3%) e 92 do sexo feminino (47,7%) de ambas as redes de ensino. Quanto a faixa etária dos alunos de 8 á 10 anos, foram avaliados (21,8%) com idade de 8 anos, (34,7%) com 9 anos e (43,5%) 10 anos. Na Tabela 1, mostra-se o Índice de Massa Corpórea de crianças (pré - púberes) de ambas as redes de ensino. Destacou-se que o baixo IMC teve (32,1%), já o IMC adequado obteve (49,2%), enquanto o sobrepeso e obesidade apresentaram (9,3%) cada um em ambas redes de ensino. Em relação ao sexo os meninos tiveram (30,7%) de baixo Índice de Massa Corpórea, (47,5%) apresentaram seu Índice de Massa Corpórea como adequado, em relação ao sobrepeso e obesidade observou que (8,9%) foram classificados com sobrepeso e (12,9%) com obesidade. Enquanto o sexo feminino foi possível notar que o baixo Índice de Massa Corpórea atingiu (33,7%), já o Índice de Massa Corpórea adequado obteve (51,1%), e o sobrepeso (9,8%), sendo maior entre as meninas comparado aos meninos, por último a obesidade foi constatada com menor frequência entre o sexo feminino (5,4%) do que o masculino. Na tabela 2 compara Índice de Massa Corpórea de pré - púberes das redes de ensino pública e privada. Diante disso comparado IMC das redes de ensino observou maior frequência de baixo IMC na rede de ensino pública com (38,6%), e maior sobrepeso (15,2%) e obesidade (12%) na rede de ensino privado em relação à rede de ensino público.

Índice de Massa Corpórea (IMC)	Meninos (101) N	%	Meninas (92) N	%	Todos (193) N	%
Baixo IMC	31	30,7	31	33,7	62	32,1
IMC adequado	48	47,5	47	51,1	95	49,2
Sobrepeso	9	8,9	9	9,8	18	9,3
Obesidade	13	12,9	5	5,4	18	9,3

Tabela 1 – Frequências e porcentagens do estado nutricional de pré-púberes das redes de ensino público e privado. Os valores entre parênteses referem-se ao número de escolares das redes de ensino pública e privada.

Índice de Massa Corpórea (IMC)	Pública (101) N	%	Privada (92) N	%	Todos (193) N	%
Baixo IMC	39	38,6	23	25,0	62	32,1
IMC adequado	51	50,5	44	47,8	95	49,2
Sobrepeso	4	4,0	14	15,2	18	9,3
Obesidade	7	6,9	11	12,0	18	9,3

Tabela 2 – Comparação do estado nutricional de pré – púberes das redes de ensino público e privado. Os valores entre parênteses referem-se ao número de pré - púberes das redes de ensino pública e privada.

## DISCUSSÃO

Os resultados desse estudo demonstraram que o Índice de Massa Corpórea de pré - púberes das redes de ensino pública e privado tiveram diferentes classificações quanto ao IMC. Observado maiores índices de baixo IMC na rede de ensino pública e valores maiores de sobrepeso e obesidade na rede de ensino privada comparado à rede de ensino público. Pondera-se que os fatores socioeconômicos podem influenciar no Índice de Massa Corpórea de Pré-Púberes na educação, renda, ocupação e culturalmente.

Neste estudo observou-se maior taxa de baixo IMC entre pré-púberes da rede de público comparado à privada, de acordo a Eickhoff (2014) essa situação ainda é apresentada no Brasil de forma severa, sendo mais grave nas regiões Norte e Nordeste como resultado da desigualdade social e da distribuição de renda no país. Segundo o estudo de Pontes (2017) destaca dados significativos no diagnóstico de baixo peso (23,14%) em escolares da rede de ensino pública, o que reforça a relação da desnutrição infantil está associada a diversos fatores como nível de desenvolvimento econômico, distribuição de riquezas, estabilidade política e padrão sociocultural (FELBERG, 2018).

Em relação ao sobrepeso e obesidade nesse estudo, observou maior ocorrência na rede de ensino privada, o que constata num estudo publicado em fevereiro de 2014, no jornal “New England Journal of Medicine”, que a obesidade em crianças nos Estados Unidos começa desde o jardim de infância. Na idade de 14 anos, quase metade das pessoas que se tornaram obesas já eram aos cinco anos. Este estudo também revelou que mais de 12,4% das crianças americanas que entram no jardim de infância eram obesas e 14,9% estavam acima do peso.

Considera-se que as classes mais altas têm o maior poder aquisitivo comparado as classes inferiores, possibilitando maior acesso tecnologia, que irão reduzir as oportunidades de lazer e de uma vida fisicamente ativa, proporcionando maiores atividades sedentárias, tais como assistir a televisão, jogar videogames e utilizar computadores (BORGES,2012).

De acordo o estudo de Macedo (2016), foi analisado a partir dos resultados obtidos, que a rede de ensino particular obteve um número maior de alunos com excesso de gordura do que a escola pública. Nos estudos (LEÃO et al, 2003; SANTOS et al, 2012; TAVARES et al, 2014) os resultados não foram diferentes quanto a prevalência sobrepeso e obesidade nas redes de ensino privadas comparadas rede de ensino público, sendo demonstrado maiores índices na rede particular em relação a pública, chegando a ser três vezes acima do esperado.

No estudo de Miranda (2015), considera que o desenvolvimento do sobrepeso e obesidade infantil está relacionado ao fator socioeconômico, podendo por sua vez, levar à um estado mais próximo de um polo negativo de saúde favorecendo precocemente no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis. Além

disso, pondera-se que o IMC é um importante índice para diagnosticar o estado nutricional de crianças, correlacionando-se positivamente com o percentual de gordura.

A partir desse contexto o uso do IMC, é um importante indicador de baixo peso corporal, de sobrepeso e obesidade de pré - púberes, ao qual ele vem sendo utilizado em vários estudos (DUMITH et al., 2010; SCHMITZ, 2010 ). No nosso meio, considerando o aspecto multirracial do povo brasileiro, os limites propostos parecem ter boa concordância com a adiposidade, pelo menos em escolares. Diante disso o presente estudo, utilizou esse método duplamente indireto para estimativa de gordura corporal, sendo observado que os índices mais baixos do peso corporal de pré-púberes foram maiores na rede ensino pública, enquanto os maiores índices de sobrepeso e obesidade foram constatados na rede de ensino privada.

## CONCLUSÃO

Considera diante do exposto um maior baixo peso corporal entre pré-púberes da rede de ensino pública, enquanto maior sobrepeso e obesidade na rede de ensino particular. Entretanto os fatores socioeconômicos e culturais estão interligados na maior ocorrência de baixo peso corporal, sobrepeso e obesidade em pré-púberes das rede ensino público e privado na cidade de Vitória da Conquista/BA, Brasil.

## REFERÊNCIAS

BORGES, C. A.O. Avaliação do desenvolvimento motor em diferentes níveis de maturação, escolares da rede pública e privada da cidade de Jequié/Ba, Brasil. Universidade de Trás-os-Montes e alto douro vila real, Portugal.

CRAEMER, M. De. Correlates of energy balance-related behaviours in preschool children: a systematic review. **Obesity reviews**, v. 13, p. 13-28, 2012;

DIAS T, et al. Análise Da Prevalência De Sobrepeso E Obesidade E Do Nível Do Sudoeste De São Paulo Analisis of the Prevalence of Overweight and Obesity and the Level of Physical Activity in Children and Adolescents of. **J Hum Growth Dev**. 2014;24(1):1–6.

DUMITH, S.C et al. Aptidão física relacionada ao desempenho motor em escolares de sete a 15 anos. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 24, n. 1, p. 5-14,2010;

EICKHOFF, G.L.D et al. As políticas de proteção social e a segurança alimentar: sobrepeso e obesidade em adolescentes beneficiários do programa bolsa família no município de ponta grossa-paraná. **Universidade Estadual de Ponta Grossa**, Ponta Grossa, 2014.

FELBERG, E.F.B; PINHEIRO, M.N; BATISTA, E.C. fatores psicológicos e sociais associados à desnutrição infantil: um estudo bibliográfico. **Revista Opara**, v. 6, n. 1, p. 32-48, 2018.

GALLAHUE, D.L.; O, J.C.; G, J. D. **Compreendendo o desenvolvimento motor-: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. AMGH Editora, 2013;

HALFON, N; VERHOEF, P. A.; K, A. A. Childhood antecedents to adult cardiovascular disease. **Pediatrics in Review**, v. 33, n. 2, p. 51-60; quiz 61, 2012.

LEÃO, L.S.C et al. **Prevalência de obesidade em escolares de Salvador, Bahia**. 2003;

MACEDO, G.A.L; CANÇADO, I.A.C. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de 10 a 12 anos do ensino fundamental I de escola pública e privada do município de Pará de Minas–MG. **SYNTHESISI Revista Digital FAPAM**, v. 1, n. 1, p. 328-343, 2016.

MELO, S.W.M et al. **Avaliação da composição corporal de crianças escolares matriculados na rede pública e privadas**. 2011. Dissertação de Mestrado;

MIRANDA, R.A; NAVARRO, A.C. A obesidade infantil e o efeito do exercício agudo da natação e a resposta da sudorese para um desenvolvimento saudável. **RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 10, n. 56, p. 93-104, 2016.

PONTES, R et al. Influência da merenda escolar no estado nutricional Estado nutricional e Merenda escolar. **Cadernos da Escola de Saúde**, v. 2, n. 4, 2017.

RAFRA F. M et al. Prevalence of overall and abdominal obesity among adolescent high school girls in Tabriz, Iran. **Int Med J Malaysia** 2013; 12(1):27–32.

SANTOS, J.S; OLIVEIRA, M.B.P.P. Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada Review&58; fresh, minimally processed foods packaged under modified atmosphere. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 1-14, 2012.

SCHMITZ BAS et al. Overweight and obesity related factors in schoolchildren in Santa Catarina State, Brazil. **Arch Latinoam Nutr** 2010; 60(4):332-339.

SICHERI, R.; S.R.A. Estratégias para prevenção da obesidade em crianças e adolescentes. **Cad. Saúde Pública**, v.24, p.209-234, 2008. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2008001400002>.

SOUSA, E.A et al. Nutritional State of Pre-Poveries of Public and Private Education Networks in Jequié, Ba, Brazil, **International Journal of Science and Research (IJSR)**, Volume 7 Issue 6, June 2018, 23 – 27, 2018;

SOUZA, S.F. DE,; N.S.L. Orientações de enfermagem sobre prevenção da obesidade infantil. **Revista Recien-Revista Científica de Enfermagem**, v. 5, n. 13, p. 44-49, 2015;

TAVARES. J. P. et al. Perfil comportamental associado a prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de 6 a 12 anos do município de Aliança do Tocantins. **Rev. Cereus**, v. 6, n. 3, p.111-124 , set-dez./2014, UnirG, Gurupi, TO, Brasil, 2014.

## IMPLANTAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO EM AGROINDÚSTRIAS QUE PRODUZEM PANIFICADOS E FORNECEM PARA A ALIMENTAÇÃO ESCOLAR

**Carla Cristina Bauermann Brasil**  
**Camila Patricia Piuco**

### 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com a política estadual da Agroindústria Familiar do Estado do Rio Grande do Sul, criada pela Lei nº 13.921 de 17 de Janeiro de 2012, considera agroindústria familiar, aquele empreendimento que é propriedade ou posse de agricultor (es) familiar (es), possui a finalidade de beneficiar e/ou transformar matérias-primas oriundas de explorações agrícolas. Acrescenta-se ainda, produtos com características peculiares, através de processos de transformação diferenciados que lhes confirmam identidade (RIO GRANDE DO SUL, 2012).

Instituída em 2009, a Lei nº 11.947, de 16 de junho, que trata do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), formaliza uma conexão entre a agricultura familiar e a alimentação escolar. Do total dos recursos financeiros repassados pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) para o PNAE, no mínimo 30% deve ser destinado para a aquisição de gêneros alimentícios da agricultura familiar (BRASIL, 2009a).

Os produtos alimentícios adquiridos para

a alimentação escolar por sua vez, devem atender ao disposto na legislação sanitária vigente de alimentos. Sendo assim, o controle higiênico parte de ações que visam melhorar e controlar a contaminação dos alimentos, implementando as boas práticas de fabricação (BPF). Desta forma, as BPFs abrangem um conjunto de medidas que devem ser adotadas pela indústria de alimentos e pelos serviços de alimentação, para garantir a qualidade sanitária e a conformidade com os regulamentos técnicos visando segurança dos alimentos ofertados aos escolares (SILVA JR, 2012; BRASIL, 2019).

### 2 | JUSTIFICATIVA

Este estudo se justifica devido às refeições escolares precisarem fornecer alimentos em condições higiênico-sanitárias adequadas para a proteção e promoção da saúde. Para algumas famílias, as refeições na escola são a única fonte alimentar das crianças durante o dia, assim preocupar-se com a qualidade dessa alimentação é um dos aspectos determinantes para uma vida futura saudável (BALDO, 2013).

Para a área da nutrição, este tema é relevante, visto que o profissional nutricionista tem um papel fundamental em planejar um

cardápio nutritivo, com produtos de qualidade para a alimentação escolar. Com a compra da agricultura familiar, tem condições de adquirir produtos frescos, saudáveis, respeitando a cultura e a vocação agrícola local (BRASIL, 2016).

### **3 | OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Implantar boas práticas de fabricação nas agroindústrias familiares que produzem panificados e fornecem para o PNAE em municípios do norte do Rio Grande do Sul.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- a. caracterizar as agroindústrias quanto à sua criação, localização, estrutura física, produção e comércio;
- b. Avaliar as condições higiênicas através da lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos;
- c. Identificar as principais conformidades e não conformidades encontradas através da lista de verificação;
- d. Propor um plano de ação individualizado para as não conformidades encontradas;
- e. Ministrare capacitações aos manipuladores de alimentos de acordo com as não conformidades;
- f. Reavaliar as agroindústrias quanto aos aspectos higiênicos propostos na legislação sanitária.

### **4 | METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo tipo relato de caso, com abordagem quali-quantitativa, na qual fez-se a inspeção e observação de duas agroindústrias familiares rurais, localizadas na região norte do Rio Grande do Sul. As mesmas fabricam produtos de panificação que são comercializados para a alimentação escolar dos municípios de abrangência da Cooperativa.

Incluiu-se no presente estudo somente estabelecimentos classificados como agroindústrias familiares, que produzem panificados destinados à alimentação escolar, sócias da cooperativa e que aceitaram participar do estudo após a assinatura do Termo de Autorização Institucional. Excluiu-se as agroindústrias familiares que

produzem outros produtos destinados a alimentação escolar, a não ser os panificados e agroindústrias não associadas à Cooperativa.

A coleta de dados ocorreu em dois momentos distintos caracterizados na apresentação dos dados em 1ª aplicação e 2ª aplicação, concluídos em um período de seis meses. Sendo assim, em um primeiro momento foi realizada duas visitas técnicas no mês de outubro de 2018 em cada uma das agroindústrias com a finalidade de verificar as BPF por meio da aplicação de uma lista de verificação baseada na Resolução - RDC nº 275 de 21 de outubro de 2002 e adaptada por Feltrin (2017), que trata da lista de verificação das boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos apresentando 128 itens (BRASIL, 2002; FELTRIN, 2017). Após um processo de adequações propostas para as não conformidades, ocorreu nova aplicação do checklist em uma visita no mês de maio de 2019, acompanhando a evolução das agroindústrias neste período.

Os dados coletados foram digitados e tabulados com o auxílio do programa *Microsoft Office Excel®*, versão 2007, e as figuras formuladas através do programa *GraphPad Prism* versão 5.0. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva simples (média e percentual de conformidade), com auxílio do programa *Statistica* versão 7.0.

Para a classificação dos resultados, seguiu-se a recomendação da Resolução - RDC nº 275/2002, na qual a agroindústria familiar que obteve índice de conformidade superior a 76% foi classificada como pertencente ao Grupo 1 (G1), o que significa que apresentou boas práticas de fabricação implantadas. Aquela que apresentou conformidade de 51% a 75% foi classificada no Grupo 2 (G2) e a que apresentou de 0 a 50% ao Grupo 3 (G3). Estas últimas classificações revelam a necessidade de adotar ações corretivas para posterior implantação de BPFs em seu estabelecimento (BRASIL, 2002).

Os estabelecimentos foram identificados nos resultados desta pesquisa como agroindústria A e B de modo a não as identificar. A coleta de dados ocorreu somente após autorização institucional e os pesquisadores se comprometeram com a confidencialidade dos dados obtidos no presente estudo.

## **5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Caracterização das agroindústrias**

A agroindústria A foi criada no ano de 1989, com uma pequena produção de panificados. Atualmente conta com uma estrutura ampliada, sete funcionários em dois turnos (manhã e tarde), e produzem panificados para a alimentação escolar por intermédio da Cooperativa, e de forma individual entregam para escolas estaduais. Seu público alvo, porém, são os mercados da região, a qual contempla seis municípios.

A agroindústria familiar B foi criada no ano de 1991 e sua estrutura foi disponibilizada pela prefeitura do município contemplando vários itens que são preconizados legislação sanitária. Conta com nove funcionários, trabalhando em três turnos (manhã, tarde e noite). Seu principal público é a alimentação escolar, na qual lhe traz maior lucratividade, com intermédio da Cooperativa e de forma individual para o município. A produção de ambas as agroindústrias se encontra na Tabela 1.

Alimentos produzidos	Produção	
	Agroindústria A	Agroindústria B
Cuca (unidade)	5.200	1.200
Bolacha (pacote)	3.500	6.000
Pão de milho (unidade)	620	-
Merengue (pacote)	1.300	-
Pão francês (unidade)	-	6.000
Pão caseiro (unidade)	-	200
Pão cachorro – quente (unidade)	-	2.100
Sonho (unidade)	-	4.400
Grostoli (unidade)	-	5.000
Bolo (unidade)	-	170
Massa caseira (Kg)	-	50

Tabela 1. Caracterização da produção mensal das agroindústrias A e B avaliadas.

Fonte: Autores, 2019.

## 5.2 Plano de ação

A partir da sistematização dos dados obtidos, definiu-se e priorizaram-se estratégias institucionais de intervenção para as não conformidades encontradas em cada categoria, elaborando-se um plano de ação individual para as duas agroindústrias. Grande maioria das ações corretivas demandou recursos financeiros, quanto à responsabilidade, grande parte das ações ficou a cargo do proprietário do estabelecimento e da acadêmica devido à coordenação de capacitações e elaboração de documentos para posterior adaptação nas agroindústrias.

Realizaram-se capacitações junto aos manipuladores como ação corretiva aos itens que se julgou necessário, após a aplicação da lista de verificação. As categorias que envolveram capacitações se referiram a manipuladores, onde se desenvolveram duas capacitações referentes a higiene e asseio pessoal; e higienização das mãos. Na categoria de equipamentos, móveis e utensílios, aplicou-se capacitação quanto aos processos de higienização e na categoria produção e transporte do alimento, uma capacitação referente a alimento seguro. As mesmas objetivaram ser uma ferramenta útil para implantação de BPF nas agroindústrias estudadas. As mesmas foram trabalhadas de forma dinâmica utilizando meios didáticos de ensino, favorecendo a participação ativa dos manipuladores com carga horária de duas

horas cada capacitação realizada, sendo aplicadas em dias distintos, totalizando três dias de capacitações, com participação dos manipuladores que estavam no estabelecimento na referida data.

Muitos dos itens trabalhados nas capacitações apresentaram melhoras na 2ª aplicação do checklist, principalmente quanto a questões de higiene e asseio pessoal, frequência e correta higienização das mãos, e quanto à higienização dos equipamentos, móveis e utensílios, se notou o preenchimento de planilhas de higienização e a utilização correta de produtos de limpeza, seguindo as orientações das instruções de trabalho demonstradas nas capacitações. Outras melhorias serão abordadas ao longo das categorias analisadas.

Quanto às demais atividades desenvolvidas, as mesmas foram propostas de acordo com as não conformidades observadas durante as visitas técnicas, pensando em ações/atividades aplicáveis nas agroindústrias. Estas atividades foram individuais, pensadas em cada particularidade da unidade. Alguns dos exemplos de ações desenvolvidas se referiram a instruções de trabalho para higienizações, planilhas de controle, cartazes orientativos, frequência de higienizações, cronogramas de capacitações, organização da rotina diária, incluindo organização do estoque e compra de matéria-prima.

### 5.3 Diagnóstico das boas práticas de fabricação

Segundo a RDC nº 275/2002 é recomendado que os atributos avaliados tenham porcentagens de conformidade maiores que 76% com o objetivo de minimizar cada vez mais os riscos das toxi-infecções alimentares (BRASIL, 2002). A Figura 1 apresenta o percentual geral de adequação das agroindústrias A e B em ambas as aplicações da lista de verificação.

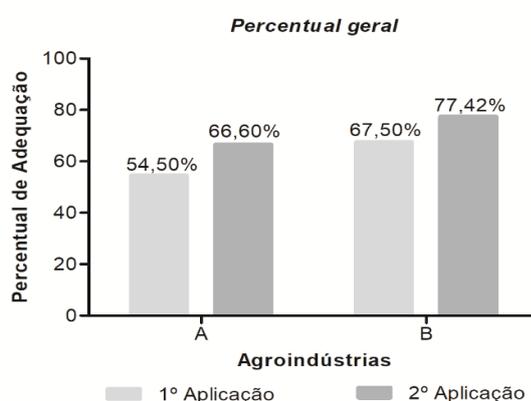


Figura 1. Percentual geral de adequação das agroindústrias A e B.

Fonte: Autores, 2019.

Constata-se que da 1ª aplicação para a 2ª aplicação a agroindústria A teve um acréscimo de 12,10% de adequação, já na agroindústria B teve-se um aumento de

9,92%, o que revela ter ocorrido parte das melhorias propostas no plano de ação. Precedente a 2ª aplicação do checklist, as agroindústrias em sua classificação geral eram pertencentes ao grupo G2, atendendo de 51% a 75% de adequação. Após as ações de melhoria implantadas, a agroindústria B passou a fazer parte do grupo 1 (>76%) e a agroindústria A mesmo com uma melhora expressiva, continuou a fazer parte do grupo 2. As melhorias observadas nas agroindústrias neste período serão abordadas ao longo da discussão.

Guimarães e Figueiredo (2010) ao avaliarem as condições higiênico-sanitárias de três panificadoras, localizadas no município de Santa Maria do Pará – PA, utilizando a lista de verificação baseada na RDC nº 275/2002, mostraram que todos os itens foram classificados no grupo 3 (0 a 50 % dos itens atendidos). Comparando-se com os dados obtidos no estudo, vê-se que as agroindústrias analisadas atendem em grande parte o que se espera da qualidade higiênica dos estabelecimentos, diferente dos dados supracitados.

Do mesmo modo, Silva e Oliveira (2009) avaliaram as condições higiênico-sanitárias de duas padarias de São José dos Campos, por meio da lista de verificação da RDC nº. 275/2002 (BRASIL, 2002). A adequação dos estabelecimentos foi de 51% e 55%, percentuais relativamente baixos comparados ao do estudo realizado.

Nota-se considerável distinção entre as agroindústrias em questão. A agroindústria A procede de uma sucessão familiar arraigada há anos, na qual se faz muito ativa a presença dos antecessores no processo produtivo, motivo este que dificulta melhorias ao longo da produção. Já na agroindústria B, que apresentou maior percentual de adequação, ocorreu da mesma forma a sucessão familiar, porém quem está à frente das decisões são os sucessores, adeptos sempre a melhorias, além do estabelecimento possuir estrutura física nova e equipamentos modernos e adequados para a produção dos panificados.

Deste modo, se identificou a dificuldade da realização de mudanças mais consistentes, o que reflete da falta de conscientização dos proprietários e funcionários, que muitas vezes não acreditam na necessidade de mudanças para se conseguir melhorias na qualidade do processo produtivo. Além disto, o intervalo das aplicações da lista de verificação ocorreu em um período relativamente curto de tempo, e sabe-se que muitas mudanças propostas exigem tempo e organização da rotina, adequações maiores e até mesmo orientações em como proceder com o controle de qualidade, item este desconhecido pelos donos do estabelecimento.

A Tabela 2 apresenta os percentuais de conformidade encontrados na 1ª e 2ª aplicação da lista de verificação nas categorias, bem como os respectivos percentuais de melhoria.

Categorias	Agroindústria	1º Aplicação (%) (Grupo)	2º Aplicação (%) (Grupo)
Edificações e instalações	A	56,5 (G2)	71,58 (G2)
	B	71,8 (G2)	90,0 (G1)
Equipamentos, móveis e utensílios	A	36,9 (G3)	52,38 (G2)
	B	68,4 (G2)	72,62 (G2)
Manipuladores	A	38,9 (G3)	66,7 (G2)
	B	50,0 (G3)	61,11 (G2)
Produção e transporte do alimento	A	44,9 (G3)	52,22 (G2)
	B	53,7 (G2)	63,6 (G2)
Documentação	A	50,0 (G3)	50,0 (G3)
	B	50,0 (G3)	55,6 (G2)

Tabela 2. Percentual de conformidade nas categorias para as agroindústrias A e B na 1º e 2º aplicação.

Fonte: Autores, 2019.

Quanto a categoria “edificações e instalações”, nota-se que da 1ª aplicação para a 2ª aplicação ocorreram melhoras relevantes de 15% para a agroindústria A e de 18,2% para a agroindústria B, mostrando-se com um dos melhores desempenhos de todas as categorias analisadas no estudo. Sabe-se que a parte estrutural possui considerável dificuldade de ser adequada, em virtude dos gastos e recursos financeiros que devem ser destinados a esta finalidade, mas mesmo assim estas agroindústrias se revelaram eficientes neste quesito em um curto espaço de tempo. Repara-se também que estas reformas ocorreram em um período de 6 meses, demonstrando uma quantidade de adequações expressivas neste tempo.

Silva e Oliveira (2009) analisaram as condições higiênicas–sanitárias de duas panificadoras de São José dos Campos, SP, e verificaram o mesmo dado para esta categoria, ou seja, apresentou os maiores percentuais de adequação. Já Bodanesi, Fatel e Simm (2006) ao avaliarem o item edificações e instalações em uma panificadora de Cascavel (PR), observaram adequação de 95,6%, dado semelhante à adequação da agroindústria B (90%).

Quanto às subcategorias, os itens acesso, leiaute, esgotamento sanitário e abastecimento de água apresentaram conformidade total. Já na área externa identificou-se a presença de sujidades acumuladas. As paredes e divisórias apresentavam rachaduras e em alguns pontos estavam descascadas, a ventilação e climatização não era capaz de garantir conforto térmico, a higienização das instalações não seguia a frequência estipulada no Procedimento Operacional Padronizado (POP) e quanto ao manejo de resíduos, as lixeiras se apresentavam quebradas e sem identificação, necessitaram adequações para ambas as agroindústrias.

Algumas das melhorias nesta categoria se referiram à pintura/reforma de paredes, tetos e piso; instalação de exaustores; compra de lixeiras novas e adequadas,

identificação das mesmas; retirada de equipamentos em desuso; dedetização do local, frequência de higienização e registro em planilhas, instruções de trabalho disponíveis em pasta específica para funcionários bem como a tabela de frequência de higienização, sendo estes últimos itens pontuados em capacitação realizada.

Na categoria “Equipamentos, móveis e utensílios”, o percentual identificado na 1ª aplicação na agroindústria A revelou-se relativamente baixo, sendo este o menor para todas as categorias, chegando a fazer parte do grupo G3 (<50%), mostrando a necessidade de melhorias urgentes. Porém a partir das melhorias sugeridas e implementadas se teve um aumento relevante (15,48%), passando a fazer parte do G2. Por outro lado, na agroindústria B teve-se poucas melhorias realizadas (4,22%), devido a mesma apresentar um atendimento considerável das adequações necessárias já anteriormente.

No estudo de Guimarães e Figueiredo (2010) ao avaliarem as condições higiênico-sanitárias de três panificadoras, utilizando a lista de verificação baseada na RDC - nº 275/2002, a categoria supracitada apresentou a maior porcentagem de adequação às boas práticas de fabricação, bem como em estudo de Bodanesi, Fatel e Simm (2006) onde a panificadora de Cascavel/PR atendeu 100% de adequação neste item. Dados estes correlativos ao percentual encontrado na agroindústria B que alcançou um de seus maiores percentuais de adequação na referida categoria.

Quanto às não conformidades encontradas nesta categoria, notou-se equipamentos antigos, que necessitavam ser trocados, instalados em locais de difícil higienização, sem comprovante de manutenção periódica, além da não ocorrência de registro de higienização, pouca disponibilidade de produtos específicos destinados a esta finalidade, bem como de utensílios apropriados para determinado fim e diluição incorreta de produtos, principalmente do hipoclorito de sódio. Os itens que apresentaram melhorias se referiram ao uso de produtos adequados a higienização bem como utensílios, diluição correta de produtos higiênicos, troca rotineira de esponjas. Salienta-se que estas adequações foram promovidas por meio de capacitação aplicada referente a higienização dos equipamentos, sendo elaboradas instruções de trabalho específicas a cada equipamento, móvel ou utensílio.

Na categoria “manipuladores” encontrou-se percentuais relativamente baixos para ambas as agroindústrias na 1ª aplicação, enquadrando-se no G3, necessitando adequações. Por apresentar este percentual preocupante, as capacitações realizadas voltaram-se aos manipuladores, sendo estes os principais atores na produção segurança do alimento. Após as adequações ocorreu aumento da 1ª aplicação para a 2ª aplicação nas agroindústrias, de 27,77% para A, sendo este o item com maior percentual de melhorias encontradas na avaliação, e de 11,11% para a agroindústria B, mostrando assim que as medidas propostas (capacitações) foram efetivas, evoluindo para o G2.

Os itens em não conformidade se referiram à vestuário, hábitos higiênicos, programa de controle de saúde, EPIs e programa de capacitação e supervisão.

Apenas o item “estado de saúde” obteve conformidade total para ambas. Foi constatada durante a inspeção que os manipuladores possuíam adornos, barba não aparada, além de cabelos aparentes devido à má utilização da touca de proteção. Sob o mesmo ponto de vista, notou-se a não ocorrência da higienização cuidadosa das mãos na interrupção de serviços e falta de cartazes de orientação referente a este procedimento. Quanto ao uso de sapato de segurança, na agroindústria A o mesmo é oferecido, entretanto nem todos os manipuladores o utilizam. Já na agroindústria B os manipuladores utilizam calçados normais, sendo estes utilizados somente dentro da área de produção. Quanto às capacitações, os manipuladores não as recebem periodicamente, na agroindústria B recebem apenas “orientações de manipulação” somente no momento de admissão, não ocorrendo nem um registro das mesmas. Itens melhorados após as capacitações se referiram a uso correto de touca de proteção dos cabelos, higienização rotineira das mãos, sem uso de adornos e presença de cartazes de orientação de higienização das mãos.

Guimarães e Figueiredo (2010) ao avaliar três panificadoras de Santa Maria do Pará, as panificadoras atenderam de 20 a 40% dos itens relacionados aos manipuladores, sendo item com menor adequação na verificação. Dados semelhantes ao estudo foram identificados por Belle et al. (2004), nas panificadoras avaliadas em Ijuí (RS), dentre as não conformidades encontradas, os maiores problemas se referiram a uso de uniforme não higienizado, uso de adornos, ausência de higienização das mãos antes e durante o processo produtivo, além de não oferecer treinamento aos manipuladores.

É de fundamental importância que se realizem treinamentos aos manipuladores de alimentos a fim de disseminar conhecimento para melhorar as condições higiênico-sanitárias dos estabelecimentos. Fato este que foi comprovado após reavaliação do checklist (SILVA et al., 2013).

A categoria “Produção e transporte do alimento”, apresentou-se como uma das categorias com menor percentual de adequação para ambas as agroindústrias, pertencendo ou chegando muito próximo de não conformidades pertencentes ao G3 (0 a 50% de adequação). Em estudo realizado por Massarollo (2014), identificou que seis das agroindústrias pertencem ao G2 e duas ao G3 nesta categoria, mostrando que nenhuma conseguiu atingir mais que 76% de adequação, informação está em conformidade com dados do estudo realizado.

O item matéria-prima, ingredientes e embalagens apresentou-se inadequado quanto a não inspeção da mercadoria recebida, não se observando prazo de validade e nem ocorrendo a retirada da embalagem primária em alguns casos para ambas as agroindústrias. Na elaboração de alguns produtos, utiliza-se ainda matéria-prima produzida pela própria família, como o leite *in natura*, não estabelecendo critérios para escolha de fornecedor. O armazenamento ocorre em estrados e prateleiras de madeira na agroindústria A. Referente ao controle de qualidade do produto final, o mesmo não se realiza em nenhuma das agroindústrias. O transporte acaba por

alterar características sensoriais de alguns panificados em dias com temperatura elevada, além de transportar outras mercadorias no mesmo veículo, situações estas que podem ocasionar uma contaminação microbiológica, física ou química, pelo contato com outras superfícies. Observou-se a falta de controle de qualidade do produto final e transporte inadequado igualmente em estudo de Massarollo em agroindústrias de Francisco Beltrão/PR (2014).

Melhorias observadas se referiram à observação das datas de validade dos gêneros, troca de estrados de madeira por outros de material apropriado e etiquetagem de embalagens abertas. Nota-se que nesta categoria não ocorreu grande quantidade de melhorias, sendo 7,32% para a agroindústria A e de 9,86% para a agroindústria B, pois vários itens a serem mudados exigem controles em planilhas, o que ambos relataram ser inviáveis de se realizar após ser sugerido tal ação corretiva, além da questão do controle de qualidade e uso do veículo de transporte para outras finalidades, na qual também referiram ser inexecutáveis no estabelecimento.

Não ocorreram mudanças significativas na categoria “documentação”. Isto se deve a vários itens que ainda não estão em conformidade com o que o Procedimento Operacional Padronizado POP descreve, mesmo tendo ocorrido melhorias. Apenas a agroindústria B obteve aumento de 5,56% da 1ª para 2ª aplicação, por apresentar melhoria no POP 6 referente ao controle integrado de vetores e pragas urbanas. Nesta categoria a agroindústria A pertence ao grupo 3, e a agroindústria B ao grupo 2, o que revela que ambas necessitam realizar melhorias a fim de se adequar as normas exigidas. As duas agroindústrias possuem o manual, sendo este elaborado juntamente com a EMATER do seu referido município, porém o mesmo se encontra desatualizado e necessita de adequações.

As oito agroindústrias analisadas por Massarollo (2014), apresentaram 52,9% de não conformidade neste item, semelhante ao encontrado no estudo. Muitas das agroindústrias neste item apresentam conformidade zero ou nem apresentam o manual de boas práticas de fabricação como verificado por Belle et al. (2004), onde em todos os estabelecimentos ocorreu a falta de documentação e registro, evidenciando não haver monitoramento escrito das atividades.

É de fundamental importância estabelecer e cumprir os POPs descritos, pois estes são a garantia das condições higiênico-sanitárias necessárias ao processamento ou industrialização de alimentos.

## 6 | CONCLUSÃO

É possível concluir que os estabelecimentos analisados apresentaram evoluções relevantes após as sugestões de melhoria aplicadas, revelando de acordo com a classificação da lista de verificação proposta que a implantação de boas práticas de fabricação mostrou resultados mais expressivos na agroindústria B. A agroindústria

A por sua vez, necessita maior adesão as adequações propostas para posterior implantação de BPFs em suas unidades, pois nota-se o potencial da mesma em aumentar este resultado devido a melhora expressiva durante o período de análise.

## REFERÊNCIAS

BALDO, C. **Avaliação das condições higiênico-sanitárias de agroindústrias que comercializam panificados á alimentação escolar.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, PR, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2092/1/FB\\_COALM\\_2013\\_1\\_09.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2092/1/FB_COALM_2013_1_09.pdf)>. Acesso em: 20 maio. 2019.

BELLE, T. R. L. et al. Avaliação das práticas de fabricação em padarias: um estudo exploratório no município de Ijuí, RS. **Revista Contexto e Saúde**, Ijuí, v.3,n.7, p. 199 -203, 2004. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/1339>. Acesso em: 4 mar. 2019.

BODANESI, R. A; FATEL, E.C; SIMM, K.C. B. **Avaliação Higiênico-Sanitária em uma Panificadora do Município de Cascavel - SP.** Cascavel - Pr: Departamento de Nutrição, 2006. Disponível em: <[www.fag.edu.br](http://www.fag.edu.br)>. Acesso em: 26 maio. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Regularização de empresas de alimentos:** Boas Práticas de Fabricação. 2019 Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/alimentos/empresas/boas-praticas-de-fabricacao>. Acesso em: 16 maio 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. **Diário Oficial da União**, 23 de out. de 2003. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_275\\_2002\\_COMP.pdf/fce9dac0-ae57-4de2-8cf9-e286a383f254](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_275_2002_COMP.pdf/fce9dac0-ae57-4de2-8cf9-e286a383f254)>. Acesso em: 21 maio. 2019.

BRASIL. **Lei nº 11.947/2009**, de 16 de junho de 2009a. Programa Nacional de Alimentação Escolar/ PNAE. Brasília, DF, 17 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.sed.sc.gov.br/documentos/alimentacao-escolar-2015-525/legislacao-517/2344-lei-n-11-947-2009-pnae-4129/file>>. Acesso em: 21 abri. 2019.

BRASIL. Manual de Aquisição de Produtos da Agricultura Familiar para a Alimentação Escolar. 2ª edição - **versão atualizada com a Resolução CD/FNDE nº 04/2015.** 2016. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/pnae/pnae-area-para-gestores/pnae-manuais-cartilhas/item/8595-manual-de-aquisi%C3%A7%C3%A3o-de-produtos-da-agricultura-familiar-para-a-alimenta%C3%A7%C3%A3o-escolar>>. Acesso em: 20 jun.2019.

FELTRIN, M. M. **Adaptação de um checklist de boas práticas de fabricação para agroindústrias familiares com potencial de adesão ao SUSAF-RS.** Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Alimentos de Origem Animal - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/174515/001062367.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16 ago.2019.

FIGUEIREDO, E. L.; GUIMARÃES, S. L. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de panificadoras localizadas no município de Santa Maria do Pará-PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p.198-206, Não é um mês valido! 2010. ISSN: 1981-3686. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/633/589>>. Acesso em: 15 jun. 2019.

MASSAROLLO, M. D. **Condições higiênico-sanitárias de agroindústrias familiares de produtos de panificação de Francisco Beltrão, PR.** Dissertação do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - UNIOESTE, 2014. Disponível em: <[http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/993/1/Marina\\_Daros\\_Massarollo.pdf](http://tede.unioeste.br/bitstream/tede/993/1/Marina_Daros_Massarollo.pdf)>. Acesso em: 21 maio.2019.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Lei nº 13.921, de 17 de janeiro de 2012**. Institui A Política Estadual de Agroindústria Familiar no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Disponível em: <<http://www.sdr.rs.gov.br/upload/arquivos/201604/07112640-lei-13-921-institui-a-politica-estadual-de-agroindustria-familiar.pdf>>. Acesso em: 17 abril. 2019.

SILVA, A. J; OLIVEIRA, L. A. M. Condições higiênico – sanitárias em padarias de São José dos Campos e intervenção através de treinamento de manipuladores. **XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós- Graduação**. Universidade do Vale do Paraíba, 2009. Disponível em: [http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2009/anais/arquivos/RE\\_1236\\_1357\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2009/anais/arquivos/RE_1236_1357_01.pdf) . Acesso em: 4 mar. 2019.

SILVA JR, E. A. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Serviços de Alimentação**. 6 ed, pág 158.São Paulo: Livraria Varela, 2012.

SILVA, T. K. R. et al. Condições higiênico-sanitárias de agroindústrias que fornecem panificados à alimentação escolar. **Higiene Alimentar**, Gurapuava, v. 31, n. 270, p.62-67, jun. 2017.Disponível em:<<http://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/07/846447/268-269-site-62-67.pdf> >.Acesso em: 22 maio. 2019.

## PADRONIZAÇÃO DO PROCEDIMENTO DE COLETA DE AMOSTRAS DE ALIMENTOS PREPARADOS EM UMA INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA PARA IDOSOS

### **Andrieli Teixeira Corso**

Acadêmica do curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: andri\_corso@hotmail.com

### **Carla Cristina Bauermann Brasil**

Docente do curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Rio Grande do Sul, Brasil. Endereço residencial: Rua Antônio Sangói Netto, 85 – Santa Maria, Rio Grande do Sul, CEP: 97035-090. Telefone: (55) 9.9973-3165. E-mail: carlacristina@brturbo.com.br.

### **Daiane Policena dos Santos**

Acadêmica do curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: daianepolicena@hotmail.com

### **Emanueli Bergamaschi**

Nutricionista, egressa do curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: leli.berga@hotmail.com

### **Fernanda Copatti**

Nutricionista, egressa do curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: fernandakruger19@hotmail.com

### **Larissa Santos Pereira**

Nutricionista, egressa do curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: larissadarold@yahoo.com.br

### **Tauani Lardini Tonietto**

Nutricionista, egressa do curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria

(UFSM) – Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: tauanilardinitonietto22@gmail.com

### **Kellyani Souto Peixoto**

Nutricionista, Especialista em Gerontologia pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. E-mail: kellyanipx@mksnet.com.br

**RESUMO:** As Instituições de Longa Permanência para Idosos, além de propiciar um ambiente seguro e agradável, devem oferecer uma alimentação que respeite os aspectos culturais e nutricionais e as condições higiênico-sanitárias, a fim de garantir a segurança alimentar aos residentes. Além de auxiliar na identificação de surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos e Água, a coleta de amostras das preparações é um dos métodos que assegura a qualidade dos alimentos ofertados e garante que análises microbiológicas sejam realizadas de acordo com a legislação. A coleta de dados foi realizada em uma Unidade de Alimentação e Nutrição de uma Instituição de Longa Permanência para Idosos localizada em um município da região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, durante o período de março a junho de 2017. No estudo realizado, foram pesadas as preparações quentes e frias referentes às principais refeições ofertadas na instituição, tais como: desjejum, lanche da manhã, almoço,

lanche da tarde e jantar. Na Instituição de Longa Permanência para Idosos, não existia a padronização de medidas caseiras e não era realizado o procedimento de coleta de amostras das preparações prontas para o consumo. Portanto, essa intervenção mostrou aos manipuladores o quanto é importante esta ferramenta para o controle higiênico-sanitário dos alimentos produzidos na unidade de alimentação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amostras de alimentos. Segurança e qualidade dos alimentos. Alimentos preparados. Legislação sobre alimentos.

## STANDARDIZATION OF PROCEDURE OF SAMPLE COLLECTION OF FOOD PREPARED IN A LONG STAY INSTITUTIONS FOR ELDERLY

**ABSTRACT:** The Long Stay Institutions for Elderly, besides providing a safe and pleasant environment, should provide food that respects cultural and nutritional aspects and hygienic-sanitary conditions, in order to ensure food safety for residents. Besides help in the identification of outbreaks of Foodborne diseases and water, the collection of samples of the preparations is one of the methods that assures the quality of the foods offered and guardian that microbiological analyzes are carried out according with the legislation. The data collection was carried in a Food and Nutrition Unit of a Long Stay Institution for Elderly located in a municipality of the Northwest region of the state of Rio Grande do Sul, during the period of March to June 2017. In the study accomplished, were heavy the hot and cold preparations regarding to the main meals offered at the institution, such as: breakfast, morning snack, lunch, afternoon snack and dinner. In the Long Stay Institution for Elderly, did not exist the standardization of home measures and did not carried the procedure for collecting samples of preparations ready for consumption. Therefore, this intervention showed the manipulators how important this tool is for hygienic-sanitary control of food produced in the food unit.

**KEYWORDS:** Food samples. Food safety and quality. Prepared foods. Food law.

## INTRODUÇÃO

As Instituições de Longa Permanência para Idosos (ILPI) são instituições governamentais ou não governamentais, de caráter residencial e foram criadas com a finalidade de servir de domicílio coletivo para pessoas com idade igual ou superior a 60 anos, com ou sem suporte familiar e em condição de liberdade, dignidade e cidadania<sup>1</sup>. De modo geral, são consideradas residências coletivas que buscam atender idosos em situação de carência familiar e/ou de renda, como também aqueles que necessitam de cuidados prolongados<sup>2</sup>.

As ILPIs, além de propiciar um ambiente seguro e agradável, devem oferecer alimentação que respeite os aspectos culturais e nutricionais e as condições higiênico-sanitárias, a fim de garantir e assegurar aos residentes desses locais, uma alimentação equilibrada em quantidade e qualidade<sup>3,4</sup>. Ainda, destaca-se que

os idosos são indivíduos mais susceptíveis a ocorrência de Doenças Transmitidas por Alimentos e Água (DTAs), devido a alterações metabólicas ocasionadas pelo processo de envelhecimento<sup>5</sup>

Dessa maneira, a alimentação oferecida deve ser composta por alimentos seguros, ou seja, alimentos que não apresentam riscos ao consumidor<sup>6</sup>. Para isso, todas as etapas de manipulação, preparo, fracionamento, armazenamento e distribuição dos alimentos ofertados, devem seguir os padrões estabelecidos pela Resolução da Diretoria do Colegiado nº. 216, de 15 de setembro de 2004<sup>5</sup>, que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação e ainda pela Portaria nº. 78 de 30 de janeiro de 2009<sup>7</sup>.

A fim de avaliar e assegurar a qualidade do alimento, o procedimento de coleta de amostras dos alimentos ofertados é um dos métodos mais utilizados. É considerada uma importante ferramenta para o controle higiênico-sanitário dos alimentos produzidos na unidade de alimentação, além de auxiliar na identificação de surtos de DTAs<sup>5,8</sup>. Segundo a RDC nº. 216/2004<sup>5</sup> e Portaria nº. 78/2009<sup>7</sup>, as amostras guardadas devem ser provenientes de preparações elaboradas em cozinhas industriais de empresas, restaurantes comerciais por quilo, bufê, cozinhas e restaurantes de escolas, creches, instituições de longa permanência para idosos, presídios e hospitais<sup>5,7,9</sup>

Para realizar a coleta de amostras de preparações em Unidades de Alimentação e Nutrição (UANs) são necessários alguns cuidados essenciais, pois a contaminação do alimento pode ocorrer também durante a coleta da amostra. Dessa maneira, é imprescindível a atenção e cuidado do manipulador para a realização deste procedimento<sup>5,7,9</sup>

Diante disso, o objetivo deste estudo foi padronizar e implantar a coleta de amostras de alimentos preparados em uma instituição de longa permanência para idosos.

## MÉTODO

A pesquisa caracteriza-se por um estudo do tipo descritivo quali-quantitativo. A coleta de dados foi realizada em uma Unidade de Alimentação e Nutrição de uma Instituição de Longa Permanência para Idosos, com 56 idosos institucionalizados, localizada em um município da região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, durante o período de março a junho de 2017.

O procedimento de coleta de amostras não era realizado na ILPI, portanto, foram avaliadas as preparações quentes e frias da dieta livre dos idosos referentes às principais refeições ofertadas, tais como: desjejum, lanche da manhã, almoço, lanche da tarde e jantar, sob a supervisão de uma nutricionista. Os alimentos foram classificados conforme a frequência em que foram servidos no cardápio da ILPI, sendo considerados as preparações servidas diariamente e as com maior repetição

entre os idosos. As preparações foram divididas em grupos: carnes e derivados, saladas cozidas e cruas, acompanhamentos, guarnições, bebidas e sobremesas.

Os utensílios utilizados para a coleta das amostras foram os mesmos utilizados pelos manipuladores, sendo: colher de servir, concha, colher de sopa, pegador universal, xícara de chá e copo americano.

A embalagem destinada para a coleta de amostras foi identificada com uma etiqueta, contendo o nome do estabelecimento, da preparação, data, horário e nome do responsável pela coleta. Após o preenchimento da etiqueta de identificação, foi realizado a higienização correta das mãos dos manipuladores com água e sabonete líquido, utilizando álcool 70% ao final do processo. Posteriormente, com o auxílio de luvas descartáveis e os mesmos utensílios da distribuição, abriu-se a embalagem de primeiro uso, sem tocá-la ou soprá-la na parte interna, evitando a contaminação no momento da coleta. A quantidade de alimento coletado foi de no mínimo 100 gramas (g) de todas as preparações sólidas ou 100 mililitros (mL) de amostra dos líquidos servidos<sup>5,7,9</sup>

As preparações foram pesadas individualmente em uma balança digital de precisão 0,1 grama, da marca *Eletronic Kitchen Scale*, portátil e com capacidade de 7 Kg por acadêmicos do curso de Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria. De acordo com Portaria nº. 78/2009, após a coleta, as amostras foram armazenadas em temperatura de refrigeração (até 4 °C), por um período de 72 horas, equivalente a três dias. Após esse período, foi realizado o descarte das amostras armazenadas em lixo específico localizado na área externa da UAN<sup>5,7</sup>

Durante a implantação do procedimento foi realizada uma capacitação com os manipuladores, abordando as temáticas relacionadas: higienização das mãos e utensílios e a quantidade de alimentos que deve ser coletado até o momento de armazenamento e posterior o descarte adequado das amostras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a implantação e padronização da coleta de amostras de acordo com a RDC nº. 216/2004<sup>5</sup>, foram verificadas 290 refeições, na qual foram pesadas todas as preparações elaboradas na ILPI.

Na Tabela 1 estão descritas as preparações servidas na ILPI e suas respectivas medidas caseiras e o peso aproximado.

Preparações	Utensílios/ Unidade	Medida caseira	Peso médio (g/ mL)
<i>Carnes e derivados</i>			
Bife de fígado (Carne, bovina, fígado, grelhado)	Pedaço	1 unidade média	110±4

Bisteca suína (Carne, bisteca, suína, grelhada)	Pedaço	2 unidades pequenas	117±3
Carne bovina com batata inglesa (Carne, bovina, coxão mole, grelhada)	Colher de servir	1 colher de servir cheia	132±6
Carne bovina moída com molho (Carne, bovina, acém, moído, cozido)	Concha	1 concha cheia	129±8
Carne bovina moída Jardineira (Carne, bovina, acém, moído, cozido)	Colher de servir	1 colher de servir cheia	104±5
Carne de panela com molho vermelho (Carne, bovina, coxão mole, sem gordura, cozida)	Pedaço	1 unidade	140±4
Carne de panela com molho vermelho (Carne, bovina, coxão mole, grelhada)	Pedaço	3 unidades pequenas	120±2
Carne de panela com molho vermelho (Carne, bovina, coxão mole, sem gordura, grelhado)	Pedaço	2 unidades pequenas	138±6
Coxa de frango com molho (Frango, coxa, com pele, cozida)	Pedaço	1 unidade média	105±9
Coxa e sobrecoxa (Frango, coxa e sobrecoxa, com pele, grelhada)	Pedaço	2 unidades pequenas	145±2
Língua (Strogonoff) (Carne, bovina, língua, cozida)	Pedaço	1 unidade média	117±8
<i>Saladas cozidas e cruas</i>			
Alface	Pegador universal	4 pegadores cheios	100±7
Beterraba, cozida, cubos	Colher de servir	3 colheres de servir	140±3
Cenoura cozida, rodela	Pegador universal	4 pegadores cheios	100±4
Cenoura cozida com chuchu	Colher de servir	2 colheres de servir	116±5
Cenoura cozida com tomate	Pegador universal	2 pegadores cheios	107±9
Couve-flor com tomate picado	Pegador universal	2 pegadores cheios	116±2
Rúcula	Pegador universal	3 e ½ pegadores cheios	100±5
Salada Campeira (cenoura cozida, batata cozida, ovo, tomate, tempero verde)	Colher de servir	2 colheres de servir cheia	116±6
Chuchu cozido	Pegador universal	3 pegadores cheios	170±6
Radite	Pegador universal	4 pegadores cheios	116±9
Salada mista (chuchu, pimentão e cebola)	Colher de servir	1 colher de servir cheia	107±2

Salada mista (radite, tomate e cebola)	Pegador universal	3 pegadores cheios	120±1
Salada Mista (cenoura cozida, repolho cozido, tomate)	Pegador universal	2 pegadores cheios	102±4
Salada mista (repolho cozido, tomate, pimentão, tempero verde)	Colher de servir	2 colheres de servir cheias	140±5
Salada mista (alface e rúcula)	Pegador universal	5 pegadores cheios	105±8
Salada mista (repolho, tomate, pimentão)	Pegador universal	2 pegadores cheios	130±3
Salada mista (tomate e cebola)	Pegador universal	2 pegadores cheios	104±2
Tomate em rodela	Pegador universal	3 pegadores cheios	110±7
<i>Acompanhamentos</i>			
Arroz branco	Colher de servir	1 e ½ colher de servir cheia	105±4
Arroz com Cenoura	Colher de servir	1 colher de servir cheia	122±3
Caldo de ervilha	Concha	1 concha cheia	115±7
Carreteiro de carne bovina	Colher de servir	1 e ½ colher de servir cheia	110±4
Ervilha	Concha	1 concha cheia	169±5
Feijão Branco	Concha	1 concha cheia	161±7
Feijão carioca	Concha	1 concha cheia	174±3
Feijão preto	Concha	1 concha cheia	160±2
Feijão vermelho	Concha	1 concha cheia	152±4
Lentilha	Concha	1 concha cheia	150±9
<i>Guarnições</i>			
Abóbora cabotin caramelada	Pedaço	1 unidade média	130±2
Batata doce caramelada	Pedaço	1 unidade média	123±5
Chuchu com molho branco	Colher de servir	1 colher de servir cheia	108±7
Lasanha de berinjela com carne moída	Colher de servir	1 fatia colher de servir cheia grande	140±2
Massa com molho branco	Colher de servir	2 colheres de servir cheia	149±5
Massa sem molho	Colher de servir	2 colheres cheias	170±8
Panqueca de carne moída	Unidade	1 unidade grande	107±2
Polenta	Colher de sopa	4 colheres de sopa cheia	108±9
Purê de abobrinha	Colher de servir	1 colher servir cheia	111±2
Purê de batata	Colher de Servir	1 colher de servir cheia	120±8
Risoto de frango	Colher de servir	1 colher cheia	114±8
Torta de legumes	Colher de servir	1 colher cheia	182±9
<i>Bebidas</i>			
Café com Leite	Xícara	½ xícara	100±2

Chá misto de frutas	Xícara	½ xícara	100±2
Suco industrializado	Copo	½ copo	100±5
<i>Sobremesa</i>			
Banana caturra	Unidade média	1 e ½ unidade	111±6

Tabela 1 – Principais preparações ofertadas aos idosos, utensílios e medidas caseiras usadas em uma ILPI da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

Após a padronização do procedimento de coleta de amostras, foi entregue a nutricionista a planilha com todas as preparações, contendo o nome da preparação, os utensílios/unidade utilizados e a medida caseira.

Em um estudo realizado por Vargas em uma unidade de alimentação e nutrição hospitalar foi observado que após a capacitação de implantação de medidas caseiras realizado com manipuladores responsáveis pela distribuição de dietas hospitalares todos os trabalhadores aderiram o procedimento de padronização compreendendo a importância dessa tarefa<sup>10</sup>.

Durante o acompanhamento de acadêmicos do curso de nutrição houve uma resistência dos manipuladores em relação a implantação do procedimento operacional na ILPI, devido a quantidade de alimento coletado e o horário da coleta, em virtude de ser realizada antes da distribuição das preparações aos idosos.

A coleta de amostras é uma importante etapa no controle higiênico-sanitário em serviços de alimentação<sup>7</sup>, porém não recebe total atenção dos manipuladores. Outra questão relevante em uma UAN é o desperdício de alimentos ocasionada pela falta de capacitação do manipulador em retirar maior quantidade de amostras do alimento do que o necessário. Assim, a padronização dos alimentos em medidas caseiras torna-se importante para que os manipuladores possam implantar o procedimento obrigatório de coleta de amostras<sup>11</sup>.

## CONCLUSÃO

A metodologia presente neste estudo foi eficaz, uma vez que a padronização de medidas caseiras para a coleta de amostras utilizando utensílios usuais da UAN e o acompanhamento da nutricionista e de acadêmicos do curso de nutrição facilitaram a implementação do procedimento na ILPI.

Salienta-se que a quantidade mínima de 100 g/mL, exigida pelas legislações sanitárias vigentes, garante análises microbiológicas e controle de qualidade dos alimentos produzidos no local, evitando possíveis surtos de DTAs e proporcionando aos idosos residentes da instituição uma alimentação adequada e segura.

## CONFLITO DE INTERESSE

Os autores informam não haver qualquer potencial conflito de interesse com pares e instituições, políticos ou financeiros deste estudo.

## REFERÊNCIAS

1. Jacob WF, Gorzoni ML. **Geriatría e gerontología**: o que todos devem saber. São Paulo: Roca, 2008.
2. Camarano AA, Kanso S. As instituições de longa permanência para idosos no Brasil. Revista brasileira de Estudos de População, v. 27, n. 1, p. 233-235 jan./jun. Rio de Janeiro, 2010.
3. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC Nº 283, de 26 de setembro de 2005**. Regulamento técnico para o funcionamento das instituições de longa permanência para idosos.
4. Blanc PA, Azeredo DRP. A segurança de alimentos no contexto do idoso. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 08, n. 02: p. 1336-1347. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa – Paraná, 2014.
5. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.
6. Lopes JA. Instituições de Longa Permanência: Avaliando a dieta de idosos e as condições estruturais e higiênico-sanitárias das unidades de alimentação e nutrição. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Nutrição, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
7. Secretaria da Saúde (RS). Portaria nº 78, de 30 de janeiro de 2009. Aprova a Lista de Verificação em Boas Práticas para Serviços de Alimentação, aprova Normas para Cursos de Capacitação em Boas Práticas para Serviços de Alimentação e dá outras providências. Porto Alegre, 2009.
8. Bauer CC. Proposta de padronização de medidas caseiras para coleta de amostras em serviço de alimentação. 2014. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
9. Silva Júnior EA. Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Serviços de Alimentação. 7.ed. São Paulo: Editora Varela; 2015.
10. Vargas VS. Padronização de medidas caseiras como ferramenta à Dietoterapia. Vittal, v. 19, n. 1, p. 29-34, 2007.
11. Bauer CC, Strasburg VJ. Adequação da coleta de amostras em um serviço de alimentação coletiva. Disciplinary Scientia. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 413-422, 2016.

## SABOR, SAÚDE E PRAZER COM CHIA E LINHAÇA: PREPARAÇÕES SIMPLES E PRÁTICAS PARA O CARDÁPIO

### Lilia Zago

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto de Nutrição  
Rio de Janeiro – RJ

### Carolynne Pimentel Rosado

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto de Nutrição  
Rio de Janeiro – RJ

### Andreia Ana da Silva

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto de Nutrição  
Rio de Janeiro – RJ

### Natalia Soares Leonardo Vidal

Universidade do Estado do Rio de Janeiro,  
Instituto de Nutrição  
Rio de Janeiro – RJ

**RESUMO:** Dentro do contexto da Segurança Alimentar e Nutricional, o tema Alimentos Funcionais sob uma perspectiva de Saúde Coletiva, respalda o desenvolvimento de preparações com alto teor de compostos bioativos, o que representa a possibilidade de elaboração de documentos com orientações dietéticas destinadas a grupos específicos, que sirvam como coadjuvantes na prevenção e controle de doenças crônicas não transmissíveis. Dentre os alimentos funcionais, as sementes de chia (*Salvia hispânica* L.) e de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) têm sido

utilizadas na alimentação humana devido as suas propriedades benéficas para a saúde. Muitas dessas propriedades são atribuídas ao elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados, particularmente ácido graxo  $\alpha$ -linolênico pertencente a família dos ácidos graxos  $\omega$ -3. Foram desenvolvidas dez preparações, dentre as quais, cinco inéditas e cinco são releituras, sendo duas opções para compor o prato proteico, três para compor acompanhamento e cinco para compor a sobremesa de um cardápio. Todas as preparações foram adicionadas de chia ou linhaça, nas formas de semente íntegra, semente triturada ou farinha, em quantidades que variaram entre 4 e 12% em relação ao peso total preparado.

**PALAVRAS-CHAVE:** ácidos graxos  $\omega$ -3; prevenção; doenças crônicas não transmissíveis.

**ABSTRACT:** Within the context of Food and Nutrition Security, the theme Functional Foods from a Public Health perspective, supports the development of preparations with high content of bioactive compounds, which represents the possibility of preparing documents with dietary guidelines for specific groups, which could be a strategy in the prevention and control of non-communicable diseases. Among the functional foods, chia (*Salvia hispânica* L.) and flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) have been used in

human diet due to their beneficial health properties. Many of these properties are attributed to the high content of polyunsaturated fatty acids, particularly  $\alpha$ -linolenic fatty acids belonging to the omega-3 fatty acid family. Ten preparations were developed, among which five inedited and five are re-reading recipes, being two options to compose the protein plate, three to compose side dish and five to compose the dessert of a menu. All preparations were added of chia in whole seed, crushed seed or flour in amounts ranging from 4 to 12% relative to the total weight.

**KEYWORDS:** omega-3 fatty acids; prevention; non-communicable diseases.

## 1 | INTRODUÇÃO

Ainda que de forma empírica o conceito de dieta como fator de prevenção de doenças e de promoção da saúde vem sendo aplicado há cerca de 2500 anos quando já dizia Hipócrates “*que teu alimento seja teu remédio e que teu remédio seja teu alimento*”. A condição ambiental e nutricional da população brasileira contribui para um perfil epidemiológico e nutricional sedento de estratégias de intervenção no sentido de promover, recuperar e manter a saúde nutricional da população. É importante que o planejamento das estratégias envolva ações de caráter tanto individual quanto coletivo realizadas por meio do primeiro nível de Atenção à Saúde do Sistema, a Atenção Básica, no qual se pode resolver grande parte dos problemas nutricionais da população. É imprescindível que para o desenvolvimento integral do ser humano, esse tenha acesso à alimentação não somente em quantidade, mas também em qualidade, e que esse acesso seja, sobretudo, permanente. Dentro do contexto da Segurança Alimentar e Nutricional, o tema Alimentos Funcionais sob uma perspectiva de Saúde Coletiva, respalda o desenvolvimento de preparações com alto teor de compostos bioativos, o que representa a possibilidade de elaboração de documentos com orientações dietéticas destinadas a grupos específicos, que sirvam como coadjuvantes na prevenção e controle de doenças crônicas não transmissíveis e que sejam, acima de tudo, acessíveis à população no que diz respeito ao custo de preparo e/ou aquisição (ALISSA; FERNS, 2012; SEGALL-CORREA; PEREZ-ESCAMILLA, 2008; SEGALL-CORREA et al, 2008; PINHEIRO, 2005; ASSIS et al., 2002;).

Ácidos graxos omega-3 promovem benefícios para a saúde, principalmente aqueles relacionados com o sistema cardiovascular. Segundo estudos realizados por uma indústria alimentícia americana cerca de 60 % dos consumidores já ouviram falar de ácidos graxos omega-3 e acreditam que seu consumo é importante para a saúde. De acordo com a mesma pesquisa 80 % dos consumidores associam este ácido graxo com peixes, que são as principais fontes alimentares destes ácidos graxos. Ao mesmo tempo em que a importância da relação positiva entre consumo de alimentos fontes de ácidos graxos omega-3 e prevenção de doenças cardiovasculares esteja disseminada, no Brasil, ao levar em consideração os resultados das Pesquisas

de Orçamento Familiar dos últimos anos, observa-se que o consumo da principal fonte destes ácidos graxos, os peixes, diminuiu significativamente, sendo esta redução de aproximadamente 40% (em termos de participação relativa no total de energia determinada pela aquisição alimentar domiciliar). Vale ressaltar que embora o consumo de peixes tenha diminuído, a participação relativa de ácidos graxos poliinsaturados no total de energia determinada pela aquisição alimentar domiciliar no mesmo período aumentou cerca de 16%. É importante ressaltar que os ácidos graxos omega-3, neste caso o ácido  $\alpha$ -linolênico, são encontrados também em quantidades significativas na sementes de chia e de linhaça, fator que atribui a estes alimentos a denominação de alimento funcional (IBGE, 2012; OHR, 2005; PSZCZOLA, 2005; SIRÓ et al., 2008; SLOAN, 2005) .

Dentro do contexto dos alimentos funcionais, as sementes de chia (*Salvia hispânica L.*) e de linhaça (*Linum usitatissimum L.*) têm sido utilizadas na alimentação humana devido as suas propriedades benéficas para a saúde. Muitas dessas propriedades são atribuídas ao elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados, particularmente ácido graxo  $\alpha$ -linolênico pertencente a família dos ácidos graxos omega-3. Devido ao elevado valor nutricional e a presença de compostos bioativos as sementes de chia e linhaça têm sido investigadas quanto ao seu potencial como agente de prevenção e controle do excesso de peso e doenças associadas como doenças cardiovasculares e diabetes. Dentro desse contexto muitas pesquisas investigam a possibilidade de incorporar essas sementes na dieta por meio do desenvolvimento de produtos alimentícios que contenham como ingrediente principal a própria semente ou produtos derivados dela como o gel, a farinha e o óleo.

As receitas que compõem esse capítulo são resultantes das atividades de um Projeto de Pesquisa desenvolvido no Laboratório de Técnica Dietética, do Instituto de Nutrição, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ. O Projeto intitulado “Desenvolvimento e padronização de preparações a base de Chia (*Salvia hispânica L.*) e Linhaça (*Linum usitatissimum L.*) com alto teor de ácido graxo omega-3 com vistas a auxiliar ações de Segurança Alimentar e Nutricional” teve apoio financeiro da Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ (Processo no E-26/111.841/2012), foi coordenado por mim, Lilia Zago, e contou com a colaboração da mestrandia do Programa de Pós-graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde da UERJ Carolyne Pimentel Rosado e das alunas de Iniciação Científica do Instituto de Nutrição da UERJ Andreia Ana da Silva e Natalia Soares Leonardo Vidal.

A chia (*Salvia hispanica L.*) é uma planta herbácea da família das lamiáceas (mesma família do alecrim e da sálvia), nativa da Guatemala e das regiões central e austral do México. Atualmente, a cresce comercialmente no México, Bolívia, Argentina, Equador e Guatemala. A produção de chia no Brasil vem crescendo nos últimos anos e se concentra na região Sul, principalmente no Rio Grande do Sul. Suas propriedades benéficas para a saúde são resultantes da

excelente composição em nutrientes, como o ácido graxo omega-3  $\alpha$ -linolênico, proteínas, fibras, cálcio, magnésio, manganês e fósforo, e compostos bioativos com ação antioxidante, como os compostos fenólicos kaempferol e os ácidos caféico e clorogênico. A chia tem grande aplicabilidade culinária devido suas propriedades físico-químicas, especialmente a de formação de um gel espesso conferindo coesão e emulsificação em preparações como pudins, tortas, cremes, quiches, mousses, cremes, patês, risotos, farofas e batidos de frutas (IXTAINA et al., 2008).

A linhaça é a semente do linho (*Linum usitatissimum* L.). Existem relatos de uso da linhaça datados de 5000 a.C, na Mesopotâmia. A linhaça é uma herbácea originária da Ásia que já está difundida pelo mundo, e é muito consumida na América do Norte e países da Europa. No Brasil a linhaça é uma cultura de inverno, e o principal estado produtor é o Rio Grande do Sul. Os efeitos benéficos para a saúde da linhaça são atribuídos ao seu excelente valor nutricional, especialmente o seu alto conteúdo de ácido graxo omega-3  $\alpha$ -linolênico, fibras, vitaminas do complexo B, ferro e zinco, e a presença de compostos bioativos com ação antioxidante, como os compostos fenólicos e ação anticancerígena, como o fitoestrógeno lignana. A linhaça tem grande aplicabilidade culinária devido suas propriedades físico-químicas, especialmente a de formação de um gel espesso que confere coesão e emulsificação em preparações como pães, saladas, bolos, tortas, cremes, suflês, farofas e biscoitos. Embora existam duas variedades de linhaça, marrom e dourada, não há diferenças nutricionais e de compostos bioativos entre elas (MADHUSUDHAN, 2009).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Considerando os tipos de pratos que irão compor um determinado cardápio (ABREU, SPINELLI; PINTO, 2007), as preparações foram escolhidas de forma a caracterizar três categorias de pratos: prato principal/protéico; acompanhamento e sobremesa. Foram desenvolvidas dez preparações, dentre as quais, cinco inéditas e cinco são releituras, sendo duas opções para compor o prato proteico, três para compor acompanhamento e cinco para compor a sobremesa de um cardápio. Todas as preparações foram adicionadas de chia, nas formas de semente íntegra, semente triturada ou farinha, em quantidades que variaram entre 4 e 12% em relação ao peso total preparado.

Foram desenvolvidas no Laboratório de Técnica Dietética do Instituto de Nutrição da UERJ e padronizadas utilizando Modelo de Receita Padrão próprio. Para o estabelecimento do tamanho da porção das preparações, tomou-se como referência a Resolução RDC n° 359, de 23 de dezembro de 2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que dispõe sobre Regulamento Técnico de Porções de Alimentos para Fins de Rotulagem Nutricional (BRASIL, 2003), levando em consideração o valor energético médio por porção do Grupo de Alimento ao qual normalmente pertencem

os pratos principal/protéico, os acompanhamentos e as sobremesas. O cálculo do valor energético para o porcionamento foi feito com o auxílio da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO, versão 4 (NEPA, 2001). Os ingredientes das receitas foram listados em medidas caseiras, utilizadas em sua capacidade máxima, e unidade de massa (g) para os alimentos sólidos e volume (mL) para os alimentos líquidos, sempre referente a porção comestível do alimento.

## 3 | RESULTADOS

### 3.1 Receitas Inéditas

#### 3.1.1 Pudim de chia com calda de damasco

Grupo do cardápio: sobremesa (100 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: utensílios para mexer e forma própria para pudim nas dimensões 20 cm de diâmetro e 12,5 cm de altura.

Tempo de preparo: 3 horas.

#### Ingredientes

##### Pudim

1 copo de iogurte natural integral (140 g)

½ xícara de chá de semente de chia (30 g)

1 pacote de gelatina em pó sem sabor (12 g)

1 colher de chá de farinha de chia (3 g)

1 fava de baunilha (quantidade de sementes de uma vagem)

##### Calda

½ xícara de chá de suco de laranja pera (50 g)

5 colheres de sopa de água (40 g)

2 colheres de sopa de mel (30 g)

2 unidades de damasco seco (15 g)

#### Técnica de preparo:

Calda: Cortar os damascos em cubos pequenos. Levar ao fogo baixo com o suco de laranja, a água e o mel. Deixar reduzir. Desligar o fogo. Reservar.

Pudim: Misturar a semente e a farinha de chia com o iogurte. Acrescentar a fava de baunilha (usar as sementes de dentro da vagem) e a gelatina dissolvida em água conforme orientações do fabricante. Misturar lentamente até obter uma mistura homogênea. Colocar em uma forma própria para pudim e levar à geladeira até obter consistência firme (mínimo 2 horas). Desenformar. Despejar a calda de damasco por cima. Servir gelado.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
280	4	70	1 fatia média com 1 colher de sopa de calda

### 3.1.2 Muffim de abóbora com aveia e linhaça

Grupo do cardápio: entrada ou acompanhamento (30 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: tábua e facas para cortes de vegetais, utensílios para mexer, bowls para reservar e fomas individuais nas dimensões 5 cm (fundo) x 7 cm (boca) x 4 cm (altura) próprias para forno.

Tempo de preparo: 2 horas.

#### Ingredientes

4 xícaras de chá de abóbora sergipana cortada em cubos pequenos (500 g)

½ unidade média de cebola cortada em cubos pequenos (110 g)

2 colheres de sopa de farinha de aveia (22 g)

2 colheres de sopa de semente de linhaça marrom (20 g)

2 dentes de alho cortado em cubos pequenos (8 g)

3 colheres de sopa de salsa fresca picada (12 g)

2 colheres de café de canela em pó (3 g)

Cominho a gosto

Pimenta do reino a gosto

Sal a gosto

Azeite de oliva extra virgem para untar

#### Técnica de preparo:

Cozinhar a abóbora em água com um pouco de sal até que fique com consistência bem macia. Escorrer a água e amassar a abóbora com um garfo. Acrescentar todos os demais ingredientes e misturar até obter uma massa homogênea. Colocar em formas individuais untadas com azeite de oliva e levar ao forno médio (180°C) pré aquecido por 20 minutos, ou até dourar levemente a superfície. Desenformar. Servir quente ou em temperatura ambiente.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
500	10	50	1 unidade pequena

### 3.1.3 Bolo de frango com chia

Grupo do cardápio: fonte protéica do prato principal (125 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: tábua e facas para cortes de vegetais e carnes, utensílios para mexer, bowls para reservar, forma para bolo inglês e multiprocessador de alimentos.

Tempo de preparo: 2 horas.

#### Ingredientes

1 peito de rango sem osso e sem pele (500 g)

1 unidade grande de cebola (200 g)

1 unidade média de cenoura (115 g)

1 ovo (50 g)

¼ de xícara de chá de farinha de trigo (22 g)

¼ de xícara de chá de farinha de chia (15 g)

1 colher de sopa de semente de chia (9 g)

2 dentes de alho (8 g)

½ xícara de chá de salsa picada (24 g)

½ xícara de chá de manjeriço picado (30 g)

Noz moscada moída a gosto

Pimenta síria a gosto

Sal a gosto

Azeite de oliva virgem para untar

#### Técnica de preparo

Misturar todos os ingredientes em multiprocessador de alimentos até obter uma massa bem homogênea. Reservar. Untar uma forma de bolo inglês com o azeite. Despejar a massa na forma (preencher totalmente a forma e deixar a superfície bem lisa). Levar ao forno médio (180°C) pré aquecido por 30 a 40 minutos, até que doure levemente a superfície. Desenformar. Servir.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
640	8	80	1 fatia pequena

### 3.1.4 Farofa funcional com linhaça

Grupo do cardápio: acompanhamento protéico (125 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: tábua e facas para cortes de vegetais, utensílios para mexer, bowls para reservar e frigideira média (20 cm de diâmetro).

Tempo de preparo: 40 minutos.

## Ingredientes

3 ovos (150 g)  
½ unidade média de cebola picada em cubos pequenos (100 g)  
4 colheres de sopa de semente de linhaça marrom (40 g)  
4 colheres de sopa de gergelim claro (35 g)  
3 colheres de sopa de germen de trigo (42 g)  
4 colheres de sopa de azeite de oliva virgem extra virgem (32 g)  
½ xícara de chá de coentro picado (28 g)  
Pimenta do reino a gosto  
Sal a gosto

## Técnica de preparo

Triturar a semente de linhaça, o gergelim e o germen de trigo no liquidificador até obter uma farofa grossa. Reservar. Bater os ovos com o sal, a pimenta e o coentro. Reservar. Em uma frigideira refogar a cebola com o azeite até que fique levemente dourada. Acrescentar os ovos batidos. Mexer durante 2 ou 3 minutos. Acrescentar as sementes trituradas e mexer por mais 1 minuto. Desligar o fogo. Servir.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
400	8	50	3 colheres de sopa

### 3.1.5 Gelado de abacaxi com aveia e chia

Grupo do cardápio: sobremesa (100 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: tábua e facas para cortes de vegetais, utensílios para mexer, bowls para reservar, ralador pequeno e panela média (20 cm de diâmetro).

Tempo de preparo: 2 horas.

## Ingredientes

2 xícaras de chá de abacaxi pérola picado em cubos pequenos (200 g)  
1 ½ xícara de leite desnatado (300 mL)  
6 colheres de sopa de aveia em flocos (91 g)  
2 gemas de ovo (37 g)  
4 colheres de sopa de semente de chia (36 g)  
2 colheres de sopa de açúcar demerara (32 g)  
3 colheres de sopa de gengibre fresco ralado (9 g)  
1 fava de baunilha (quantidade de sementes de uma fava)  
2 bagas de cardamomo (quantidade de sementes de 2 bagas)

### Técnica de preparo

Misturar o abacaxi com o gengibre. Reservar. Misturar a aveia em flocos com a semente de chia. Reservar. Preparar um creme inglês da seguinte forma: ferver o leite. Reservar. Bater as gemas com o açúcar, o cardamomo (usar apenas as sementes que ficam dentro da baga) e a fava de baunilha até obter uma mistura lisa e branca. Despejar o leite quente sobre as gemas batidas mexendo sempre. Despejar em uma panela e cozinhar em fogo baixo, por aproximadamente 10 minutos, até obter consistência firme, mexendo regularmente. Desligar o fogo e mexer regularmente até que esfrie. Reservar. Montar o gelado, em camadas, em pequenas taças individuais e transparentes, conforme a seguinte ordem: abacaxi com gengibre, mistura de aveia com chia, creme inglês, abacaxi com gengibre e mistura de aveia com chia, finalize com o abacaxi com gengibre (mas em menor quantidade que as camadas anteriores). Servir gelado.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
585	14	50	1 taça pequena





Figura 1. Imagens das prepreparações (receitas inéditas): Pudim de chia com calda de damasco (PUD), Muffim de abóbora com aveia e linhaça (MUF), Bolo de frango com chia (BOL), Farofa funcional com linhaça (FAR) e Gelado de abacaxi com aveia e chia (GEL).

## 3.2 Receitas Releituras

### 3.2.1 *Pudim de pão com linhaça*

Grupo do cardápio: sobremesa (100 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: tábua e facas para corte pães, utensílios para mexer, bowls para reservar, liquidificador e forma própria para pudim nas dimensões 20 cm de diâmetro e 12,5 cm de altura.

Tempo de preparo: 4 horas.

#### **Ingredientes**

Pudim

2 ½ xícaras de chá de leite desnatado (500 mL)

3 unidades de pão francês adormecido (150 g)

½ xícara de chá de farinha de linhaça marrom (40 g)

3 ovos (150 g)

- ½ xícara de chá de açúcar mascavo (80 g)
- ½ xícara de chá de açúcar demerara (80 g)
- Canela a gosto
- 2 bagas de cardamomo (quantidade de sementes de 2 bagas)
- Calda
- 2 xícaras de chá de açúcar demerara (320 g)
- 1 xícara de chá de água (240 mL)
- 2 unidades de anis estrelado

### Técnica de preparo

Calda: Em uma panela adicionar o açúcar, a água e o anis estrelado. Deixar ferver até caramelizar (evitar mexer para não cristalizar). Desligar o fogo e retirar o anis estrelado. Despejar a calda em uma forma própria para pudim (cobrir toda a parede e fundo da forma). Reservar.

Pudim: Bater, no liquidificador, todos os ingredientes (usar apenas as sementes de dentro das bagas do cardamomo) do pudim até obter uma mistura homogênea. Despejar a mistura na forma e levar ao forno médio (180 °C) pré aquecido, em banho maria, por 60 a 90 minutos, até que doure levemente a superfície. Levar a geladeira por 1 hora e desenformar. Servir gelado.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
920	34	25	1 fatia pequena

### 3.2.2 *Torta de limão com linhaça*

Grupo do cardápio: sobremesa (100 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: utensílios para mexer, bowls para reservar, liquidificador e forma própria para torta com fundo removível (25 cm de diâmetro).

Tempo de preparo: 3 horas.

### Ingredientes

Massa

- 1 xícara de chá de farinha de trigo (88 g)
- ½ xícara de chá de gel de linhaça marrom (40 g)
- 1 xícara de chá de semente de linhaça marrom triturada (70 g)
- 4 colheres de sopa de manteiga sem sal (96 g)

Recheio

- Suco de 3 limões tahiti (150 mL)
- 1 xícara de chá de adoçante em pó para culinária (30 g)

2 xícaras de chá de leite em pó desnatado (100 g)

2 colheres de sopa de margarina *light* (64 g)

1 xícara de chá de água fervente (240 mL)

### Técnica de preparo

Massa: Para fazer o gel de linhaça colocar 1 colher de sopa de sementes de linhaça em um recipiente com 5 colheres de sopa de água e deixar hidratar por 30 minutos. Misturar a manteiga com a semente de linhaça triturada e o gel de linhaça. Acrescentar a farinha de trigo aos poucos até obter uma massa homogênea e firme. Cobrir o fundo e as laterais de uma forma para tortas de fundo removível. Levar ao forno pré-aquecido (180°C) para pré assar por 7 minutos. Reservar.

Recheio: Bater todos os ingredientes no liquidificador em velocidade máxima até obter uma mistura homogênea. Despejar o recheio sobre a massa pré assada e fria e levar à geladeira por no mínimo 2 horas. Servir gelada.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
894	30	25	1 fatia pequena

### 3.2.3 Brownie de cacau e chia

Grupo do cardápio: sobremesa (100 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: utensílios para mexer, bowls para reservar, batedeira e forma retangular para bolo (34,5 cm x 24,5 cm x 3 cm).

Tempo de preparo: 1 hora e 30 minutos

### Ingredientes

3 xícaras de chá de extrato hidrossolúvel de soja reconstituído (720 mL)

2 colheres de sopa de manteiga sem sal (48 g)

2 xícaras de chá de farinha de trigo (176 g)

1 xícara de chá de adoçante em pó para culinária (30 g)

2 ovos (100 g)

1 xícara de chá de farinha de chia (60 g)

1 ½ xícara de chá de cacau em pó sem açúcar (45 g)

¼ de xícara de chá de semente de chia (15 g)

1 colher de sopa de fermento químico (12 g)

### Técnica de preparo

Misturar os ingredientes secos exceto o fermento. Reservar. Bater os ovos, o adoçante e a manteiga até obter um creme homogêneo e claro. Acrescentar o extrato hidrossolúvel de soja e misturar. Acrescentar a mistura de ingredientes secos e bater

até obter uma massa homogênea. Acrescentar o fermento e bater por mais 2 minutos. Despejar na forma retangular untada e assar em forno médio (180°C) pré aquecido por 30 minutos. Servir quente ou em temperatura ambiente.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
1000	40	25	1 pedaço pequeno

### 3.2.4 *Suflé de alho poró com chia*

Grupo do cardápio: acompanhamento (150 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: tábua e facas para cortes de vegetais, utensílios para mexer, bowls para reservar, batedeira, panela média (20 cm) e ramequins (160 mL).

Tempo de preparo: 2 horas.

#### **Ingredientes**

2 xícaras de chá de leite desnatado

2 xícaras de chá de alho poró cortado em rodela finas

4 ovos

3 colheres de sopa de farinha de trigo (60 g)

3 colheres de sopa de farinha de chia (36 g)

1 colher de sopa de manteiga sem sal (24 g)

1 dente de alho picado em pequenos cubos (4 g)

Pimenta do reino a gosto

Noz moscada moída a gosto

Sal a gosto

#### **Técnica de preparo**

Refogar o alho poró com o alho e um fio de azeite. Temperar com sal e pimenta do reino. Reservar. Em seguida preparar um molho bechamel: numa panela derreter a manteiga, acrescentar a farinha de trigo e mexer vigorosamente por 2 minutos. Acrescentar o leite e com o auxílio de *fouet* mexer bem até levantar fervura. Abaixar o fogo e cozinhar por 8 minutos. Temperar com noz moscada e sal. Reservar. Misturar as gemas, a farinha de chia e o alho poró refogado e juntá-los ao bechamel. Reservar. Bater as claras em neve e acrescentar delicadamente a mistura de alho poró. Despejar em ramequins individuais e levar ao forno pré aquecido para assar por 30 minutos, até que a superfície fique dourada. Servir imediatamente.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
540	5	100	1 ramequim

### 3.2.5 Estrogonofe de filé mignon com linhaça

Grupo do cardápio: fonte protéica do prato principal (125 kcal/porção)

Utensílios e equipamentos: tábua e facas para cortes de vegetais e carnes, utensílios para mexer, bowls para reservar, panela grande (27 cm de diâmetro).

Tempo de preparo: 2 horas.

#### Ingredientes

2 xícaras de chá de de filé mignon cortado em pequenos cubos

2 xícaras de chá de cogumelo paris fresco cortado em fatias

½ cebola média cortada em pequenos cubos

½ xícara de chá de vinho branco seco

2 dentes de alho picados em pequenos cubos

½ xícara de chá de extrato de tomate

½ xícara de chá de semente de linhaça marrom (35 g)

2 colheres de sopa de mostarda de dijon

1 xícara de chá de creme de leite (sem soro)

3 colheres de sopa de azeite de oliva extra virgem

Tomilho fresco a gosto

Pimenta do reino a gosto

Noz moscada moída a gosto

Sal a gosto

#### Técnica de preparo

Temperar o filé mignon com sal, pimenta do reino e o tomilho. Reservar. Refogar a cebola e o alho no azeite. Acrescentar o filé e deixar dourar. Acrescentar o cogumelo. Acrescentar o vinho e deixar reduzir um pouco. Acrescentar a mostarda e o extrato de tomate. Misturar. Deixar mais 3 minutos no fogo. Desligar. Acrescentar o creme de leite e as sementes de linhaça. Finalizar com a noz moscada moída. Servir imediatamente.

Rendimento total (g)	Número de porções	Tamanho da porção	
		g	Medida caseira
965	19	52	3 colheres de sopa



Figura 2. Imagens das preparações (receitas releituras): Pudim de pão com linhaça (PAO), Torta de limão com linhaça (TOR), Brownie de cacau e chia (BRO), Suflé de alho poró com chia (SUF) e Estrogonofe de filé mignon com linhaça (EST).

## REFERÊNCIAS

Abreu, E. S., Spinelli, M. G. N., Pinto, A. M. S. Planejamento de cardápio e receituário padrão. In: ABREU, E. S.; SPINELLI, M. G. N.; PINTO, A. M. S. Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer. 2 ed. rev. e ampl. São Paulo: Editora Metha, 2007. p. 113-112.

Alissa, E.M.; Ferns, G.A. Functional foods and nutraceuticals in the primary prevention of cardiovascular diseases. J Nutr Metab, 2012: 1-16, 2012.

Assis, A.M.O. *et al.* O Programa Saúde da Família: contribuições para uma reflexão sobre a inserção do nutricionista na equipe multidisciplinar. *Rev Nutr*, 15(3): 255-266, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Disponível em <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0359\\_23\\_12\\_2003.pdf/76676765-a107-40d9-bb34-5f05ae897bf3](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0359_23_12_2003.pdf/76676765-a107-40d9-bb34-5f05ae897bf3)> Acesso em 28 novembro 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002/2003: aquisição alimentar domiciliar *per capita*, Brasil e Grandes Regiões. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 30 maio 2012.

Ixtaina, V.Y. *et al.* Physical properties of chia (*Salvia Hispanica* L.) seeds. *Ind crops prod*, 28: 286-293, 2008.

Madhusudhan, B. Potential benefits of flaxseed in health and disease – a perspective. *Agric conspec sci.*, 74(2): 67-72, 2009.

NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Nutrição. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4<sup>th</sup> ed. Campinas: Nepa-Unicamp, 2011.

Ohr, L.M. Nutraceuticals & functional foods. *Food Technol*, 59(4): 63-65, 2005.

Pinheiro, A.R.O. A alimentação saudável e a promoção da saúde no contexto da segurança alimentar e nutricional. *Saúde em Debate*, 29(70): 125-139, 2005.

Pszczola, D.E. Making fortification functional. *Food Technol*, 59(4): 44-61, 2005.

Segall-Correa, A.M. *et al.* Transferência de renda e segurança alimentar no Brasil: análise dos dados nacionais. *Rev Nutr*, 21(supl): 39s-51s, 2008.

Segall-Correa, A.M.; Perez-Escamilla, R. Indicadores e medidas de insegurança alimentar. *Rev Nutr*, 21(supl): 15s-26s, 2008.

Siró, I. *et al.* Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance - a review. *Appetite*, 51(3): 456-457, 2008.

Sloan, A.E. Top 10 global food trends. *Food Technol*, 59(4): 20-32, 2005.

## PERFIL LIPÍDICO DA POLPA E ÓLEO DA MACAÚBA (*Acrocomia Aculeata*) DO CARIRI CEARENSE

**Yoshihide Oliveira de Souza**

Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN

Juazeiro do Norte-CE

**Guilherme Álvaro Rodrigues Maia  
Esmeraldo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia do Ceará-IFCE

Crato-Ce

Cariri Cearense possuem um baixo e alto teor lipídico, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lipídios, Biotecnologia, Macaúba, Cariri Cearense.

### LIPID PROFILE OF PILP AND OIL OF MACAUBA (*Acrocomia Aculeata*) OF CARIRI CEARENSE

**RESUMO:** Atualmente, com o crescimento populacional, as pessoas têm tido maior acesso ao alimento industrializado. Há um tempo atrás, era comum que crianças brincando nas ruas, ao sentirem fome, na maioria dos lugares, sempre tinham fácil acesso a fruteiras como a castanhola, jambo, macaúba, catolé, etc. A macaúba tem forte interação com a fauna silvestre, seus frutos integram a dieta de araras, capivaras, antas, emas, entre outros animais. A polpa da macaúba, também conhecida como mesocarpo, possui um alto valor nutricional, sendo matéria prima para diversos tipos de utilização gastronômica, sobretudo da produção de óleos vegetais. De acordo com a ANVISA, os parâmetros de identidade, pureza e qualidade de um material vegetal deverão ser estabelecidos mediante detalhado exame visual, macroscópico e microscópico. Neste trabalho, constatou-se que, a partir de amostras, a polpa e o óleo das macaúbas da Região do

**ABSTRACT:** Nowadays, with population growth, people have had greater access to processed food. Some time ago, it was common for children playing in the streets, when hungry, in most places, always had easy access to fruit such as castanets, jambo, macauba, catolé, etc. Macauba has a strong interaction with wildlife, its fruits are part of the diet of macaws, capybaras, tapirs, rheas, among other animals. Macauba pulp, also known as mesocarp, has a high nutritional value and is a raw material for various types of gastronomic use, especially the production of vegetable oils. According to ANVISA, the parameters of identity, purity and quality of a plant material should be established by detailed visual, macroscopic and microscopic examination. In this work, it was found that, from samples, the pulp and oil of macaúbas Cariri Cearense Region have a low and high lipid content, respectively.

**KEYWORDS:** Lipids, Biotechnology, Macauba, Region of Cariri.

## 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente com o crescimento populacional, as pessoas têm tido maior acesso ao alimento industrializado e, desta maneira, tendem cada vez mais a procurar formas mais fáceis e rápidas de preparo de alimentos. Por esse motivo, cresce a cada dia a procura por polpas de frutas, achocolatados, sucos prontos, refrigerantes, etc.

O Nordeste brasileira possui uma grande variedade de frutas, tais como, manga, caju, melancia, abacate, etc. Há um tempo atrás, era comum que as crianças brincando nas ruas, ao sentirem fome, na maioria dos lugares, sempre tinham fácil acesso a fruteiras como a castanhola, jambo, macaúba, catolé, etc. Principalmente as crianças da zona rural, as quais faziam uso desses frutos diariamente.

Na microrregião do Cariri Cearense, a macaúba não é aproveitada de maneira útil por falta de conhecimento de suas propriedades nutricionais e físico químicas. A macaúba tem forte interação com a fauna silvestre, seus frutos integram a dieta de araras, capivaras, antas, emas entre outros animais, os quais são os dispersores das sementes (Pott & Pott, 1994). A polpa da macaúba, também conhecida como mesocarpo, possui um alto valor nutricional, sendo matéria prima para diversos tipos de utilização gastronômica, além sobretudo da produção de óleos vegetais. É relatado dentro da literatura que há uma variação na composição das macaúbas, mesmo aquelas da mesma região.

Este trabalho, teve como objetivo, através de análises físico-químicas, determinar o perfil lipídico da polpa e do óleo de macaúba da região do Cariri Cearense e realizar um comparativo para uma possível comercialização dos produtos como complemento alimentar.

## 2 | METODOLOGIA

O trabalho aqui apresentado consistiu em avaliar as propriedades nutricionais e físico-químicas do óleo e subproduto da macaúba para aproveitamento de substâncias e o efeito das substâncias nos animais e em seres humanos. De acordo com a ANVISA (2010), os parâmetros de identidade, pureza e qualidade de um material vegetal deverão ser estabelecidos mediante detalhado exame visual, macroscópico e microscópico. Para determinação da aparência, examinou-se o produto antes de qualquer tratamento, conforme preconizado pela ANVISA (2010), observando seu estado físico (sólido, líquido ou semi – sólido). Para determinação da cor, examinou-se o produto antes de qualquer tratamento, à luz do dia, conforme preconizado pela ANVISA (2010). A cor da amostra foi comparada com a especificação do produto. Para determinação do odor, colocou-se uma pequena amostra do produto em recipiente

de vidro e inalou-se devagar e repetidamente, conforme preconizado pela ANVISA (2010). O odor da amostra foi comparado com a especificação do produto. Utilizando o aparelho extrator de Soxhlet e os reagentes Éter de Petróleo, Ácido Clorídrico e Areia Diatomácea foi analisado o perfil lipídico das amostras.

### 3 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os resultados, foi possível constatar que as amostras da polpa tiveram uma variação de lipídios entre 10,62% e 11,69%. As amostras do óleo extraído à pressão tiveram um teor lipídico entre 94,58% e 95,35%. Logo, percebe-se que a polpa e o óleo das macaúbas da região Caririense têm um baixo e um alto teores lipídicos, respectivamente.

### 4 | CONCLUSÕES

Com esta pesquisa atingimos as expectativas em relação a qualidade do óleo extraído da macaúba colhida na safra de 2019 na região do Cariri Cearense. O óleo apresentou qualidade semelhante a de outras regiões do país, sendo utilizada a metodologia de análise físico química de alimentos de Adolf Lutz. Este trabalho poderá ser ampliado no sentido de analisar outros aspectos mais específicos como tipos de lipídios predominantes e outros. Assim este óleo poderá ser utilizado com alto índice de eficiência na indústria de cosméticos e alimentícia.

### REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 270** de 22 de setembro de 2005. dispõe sobre “Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Brasília: Ministério da saúde, 2005. Disponível em [http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC\\_270\\_2005.pdf/c27660a1-b6ac-4a38-aadc-956929c80b7b](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_270_2005.pdf/c27660a1-b6ac-4a38-aadc-956929c80b7b). Acesso em: 18 fev 2019.

BEEFPOINT. Carne e Saúde. **Ácido esteárico: uma gordura saturada única**. Publicado em 30/03/2006. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/acido-estearico-uma-gordura-saturada-unica-28295/>. Acesso em: 22 mar. 2019.

QUEIROGA V. P. **Tecnologias do plantio da macaubeira na região do nordeste e aproveitamento energético**. Associação da revista eletrônica a barriguda. Campina grande, 2016.

RAMALHO V. C. **Química Nova**. Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rua Cristóvão Colombo, 2265, 15054-000 São José do Rio Preto – SP. Quím. Nova vol.29 no.4 São Paulo July/Aug. 2006.

RESUMO ESCOLAR. Ácidos graxos: Saturados e insaturados. Copyright © 2014–2017. Disponível em: <https://www.resumoescolar.com.br/quimica/acidos-graxos-saturados-e-insaturados/>. Acesso em: 22 set. 2018.

ZANATTA, Samuel. **Caracterização da macaúba (casca, polpa e amêndoa) e análise sensorial**

**através da Educação do Gosto.** 2015. (Dissertação de Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Ciências) – Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba.

## **SOBRE AS ORGANIZADORAS**

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

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

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácidos graxos 6, 9, 10, 13, 16, 19, 41, 54, 55, 106, 118, 121, 241, 242, 243, 259

Água residuária 20, 21, 22, 25, 28, 30

Alimentos 1, 6, 9, 11, 17, 19, 20, 28, 30, 36, 42, 44, 45, 46, 47, 50, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 71, 78, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 115, 121, 126, 133, 134, 135, 136, 140, 141, 145, 148, 154, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 215, 220, 221, 222, 223, 224, 229, 230, 231, 233, 234, 235, 236, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 256, 258, 259, 261

Alimentos funcionais 54, 55, 61, 62, 63, 67, 104, 170, 175, 241, 242, 243

Antimicrobiano 103, 105, 108, 109, 110, 139, 140, 175

### B

Benzoatiazol 21

Biocompostos 91

Biomoléculas 1, 2, 20, 33

### C

Cepas probióticas 67, 68, 170, 174, 175, 176

Cereais 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 77

Cerveja 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 47, 148, 149, 150

Composição centesimal 53, 54, 55, 59, 60, 118, 119, 128

Compostos orgânicos voláteis 1, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 148

Compostos voláteis 2, 4, 5, 6, 21, 22, 23, 29, 31, 32, 33, 34

Contaminação de alimentos 133, 167

Cunicultura 85, 86, 88, 89, 90

### D

Desenvolvimento de novos produtos 55, 120, 144, 156, 261

### E

Embalagens ativas 91, 97, 122

Emulsificante 63, 103, 104, 107, 110

Enzimas 39, 41, 43, 44, 48, 49, 50, 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 91, 92, 93, 95, 96, 173, 174

## F

Fator antinutricional 73, 76, 78

Fermentação 37, 38, 39, 40, 43, 66, 145, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176

Fitase 73, 74, 75, 76

Fotoautotrófica 2, 21

## G

Galactooligossacarídeo 62, 63

## K

Kefir 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 177

Kombucha 144, 145, 146, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156

## L

Lactase 62, 63, 65

Leite de soja 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 105

Lipídios 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 25, 41, 42, 54, 59, 60, 63, 64, 95, 96, 118, 257, 259

Listeriose 133, 134, 135, 140

## M

Maltagem 37, 39

Microalgas 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30, 33

Morfologia 48, 50

## N

Nutrição animal 48, 73, 74, 75, 78

## O

Ômega-3 10, 11, 15, 17, 118, 241

## P

Phormidium autumnale 7, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 29, 30, 34

Piscicultura 48, 49

Potencial probiótico 144, 149, 171, 172

Produtos cárneos 85, 88, 105, 110, 133, 134, 135, 139, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Protease 73, 74, 80, 81, 82, 83, 92, 95

Pufa 9, 10, 15, 17

## R

Resíduo agroindustrial 28, 29

Resistência à antibióticos 133

## S

Soforolipídio 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Soja 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 77, 78, 79, 80, 81, 92, 96, 97, 98, 104, 105, 183, 252

Soro de queijo 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Starmerella bombicola 103, 106, 110

## T

Tecnologia 1, 9, 20, 28, 36, 43, 45, 46, 47, 55, 61, 62, 65, 71, 85, 91, 115, 116, 133, 144, 172, 177, 178, 180, 213, 214, 218, 231, 240, 257, 259, 261

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-698-0



9 788572 476980