

# Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 4

**VANESSA BORDIN VIERA**  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2018

**Vanessa Bordin Viera**  
(Organizadora)

# **Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos 4**

**Atena Editora**  
**2018**

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
D441	Desafios da ciência e tecnologia de alimentos 4 / Organizadora Vanessa Bordin Viera. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos; v. 4)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-85107-17-8 DOI 10.22533/at.ed.178182208  1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Viera, Vanessa Bordin.  CDD 664.07
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A Ciência e Tecnologia de Alimentos é uma área que envolve o conhecimento da fabricação dos alimentos. Para isso, torna-se necessário e imprescindível o conhecimento acerca das propriedades físico-químicas, nutricionais, microbiológicas e sensoriais das matérias-primas, ingredientes e dos produtos elaborados.

A Coletânea Nacional “Desafios da Ciência e Tecnologia de Alimentos” é um e-book composto por 10 artigos científicos que abordam assuntos atuais, como a análise sensorial de alimentos, análises microbiológicas, determinação de pesticidas em alimentos, utilização de novos ingredientes e/ou matérias-primas no processamento de produtos, avaliação de rotulagem, entre outros.

Mediante a importância, necessidade de atualização e de acesso a informações de qualidade, os artigos elencados neste e-book contribuirão efetivamente para disseminação do conhecimento a respeito das diversas áreas da Ciência e Tecnologia de Alimentos, proporcionando uma visão ampla sobre esta área de conhecimento.

Desejo a todos uma excelente leitura!

Prof. Dra. Vanessa Bordin Viera

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A NEW AND SENSITIVE GC-ITD-MS METHOD FOR DETERMINATION OF 37 PESTICIDES IN FRUIT JAMS	
<i>Bárbara Reichert</i> <i>Ionara Regina Pizzutti</i> <i>Catiucia Souza Vareli</i> <i>Carmem Dickow Cardoso</i> <i>Ijoni Hilda Costabeber</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE AMOSTRAS DE NUTRIÇÃO ENTERAL MANIPULADAS NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO (HUOP)	
<i>Vanuza Hoinatz</i> <i>Amanda Antunes Rossi</i> <i>Fabiana André Falconi</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
APLICAÇÃO DA ESCALA DO IDEAL NA AVALIAÇÃO SENSORIAL COMPARATIVA DE CAMELOS TIPO TOFFEE	
<i>Bianca Cristina Trentin</i> <i>Alexandra Ramos Matuszak</i> <i>Carolina Deina</i> <i>Carla Adriana Pizarro Schmidt</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>28</b>
APLICAÇÃO DA PROTEÍNA DE FARELO DE ARROZ OBTIDA POR EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM EM SUCO DE CAJU	
<i>Sílvia Bernardi</i> <i>Anne Luize Lupatini</i> <i>Daneysa Lahis Kalschne</i> <i>Renata Hernandez Barros Fuchs</i> <i>Eliane Colla</i> <i>Cristiane Canan</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>37</b>
APLICAÇÃO DE BREADING EXTRUSADO DE FARELO DE ARROZ E BAGAÇO DE MANDIOCA NA PRODUÇÃO DE NUGGETS DE FRANGO	
<i>Mirian Alves Machado Debastiani</i> <i>Daneysa Lahis Kalschne</i> <i>Rosana Aparecida da Silva-Buzanello</i> <i>Paulo Rodrigo Stival Bittencourt</i> <i>Cristiane Canan</i> <i>Marinês Paula Corso</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>55</b>
AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA QUALIDADE SENSORIAL DE BALAS SABORIZADAS COM DIFERENTES CHÁS COMERCIALIZADAS NO ESTADO DO PARANÁ UTILIZANDO A ESCALA DO IDEAL	
<i>Carolina Deina</i>	

*Carla Adriana Pizarro Schmidt  
Bianca Cristina Trentin  
Alexandra Ramos Matuszak*

**CAPÍTULO 7 ..... 62**

AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS

*Francisco Ferreira dos Reis  
Cecília Teresa Muniz Pereira  
Dalva Muniz Pereira*

**CAPÍTULO 8 ..... 69**

AVALIAÇÃO DO PERFIL DOS MÉTODOS ANALÍTICOS EMPREGADOS NA DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS, PROVENIENTES DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

*Andressa Regina Antunes  
Luciana Oliveira Fariña  
Luciana Bill Mikito Kottwitz  
Helder Lopes Vasconcelos*

**CAPÍTULO 9 ..... 80**

MASSA ALIMENTÍCIA ISENTA DE GLÚTEN COM ADIÇÃO DE *SPIRULINA PLATENSIS*: AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

*Bianca Colombari Peron  
Luciane Maria Colla  
Eliane Colla  
Nadia Cristiane Steinmacher*

**CAPÍTULO 10 ..... 98**

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO VEGETAL DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*) PARA ELABORAÇÃO DE SOBREMESA NÃO LÁCTEA

*Dayana do Nascimento Ferreira  
Ranússia Maria de Melo Lopes*

**CAPÍTULO 11 ..... 107**

USO DE CARRAGENA NA MICROENCAPSULAÇÃO DE EUGENOL

*Ruth dos Santos da Veiga  
Rosana Aparecida da Silva-Buzanello  
Fernando Reinoldo Scremin  
Daneysa Lahis Kalschne  
Éder Lisandro de Moraes Flores  
Cristiane Canan*

**SOBRE A ORGANIZADORA ..... 122**

## A NEW AND SENSITIVE GC-ITD-MS METHOD FOR DETERMINATION OF 37 PESTICIDES IN FRUIT JAMS

### **Bárbara Reichert**

Federal University of Santa Maria (UFSM),  
Department of Food Science and Technology  
Santa Maria — Rio Grande do Sul

### **Ionara Regina Pizzutti**

Federal University of Santa Maria (UFSM),  
Chemistry Department  
Santa Maria — Rio Grande do Sul

### **Catiucia Souza Vareli**

Federal University of Santa Maria (UFSM),  
Chemistry Department  
Santa Maria — Rio Grande do Sul

### **Carmem Dickow Cardoso**

Federal University of Santa Maria (UFSM),  
Chemistry Department  
Santa Maria — Rio Grande do Sul

### **Ijoni Hilda Costabeber**

Federal University of Santa Maria (UFSM),  
Department of Food Science and Technology  
Santa Maria — Rio Grande do Sul

**ABSTRACT:** A novel GC-ITD-MS method have been developed and successfully validated for the determination of 37 pesticides in fruit jams. In order to facilitate the sample handling and to reduce the interference of the high sugar content of the jams the samples were slurried with water. The pesticides extraction was done with the sulfate QuEChERS method using PSA for clean-up. The method was validated by the

analysis of spiked samples at the concentrations of 10, 20 e 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (n=6). In total 41 pesticides were studied and 37 fulfilled all the requirements for the validation (recoveries from 70-120% and  $\text{RSD} \leq 20\%$ ). So, the reporting limit (RL) was established at 10, 20 e 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$  for 26 (64%), 4 (10%) e 7 (17%) pesticides, respectively. Three compounds (7%) were not detected at the studied concentrations levels and one pesticide (2%) was detected but did not meet the requirements for validation. The method is easy to implement, uses equipments commonly available in laboratories and can be recommended for routine multiresidue analysis of jams.

**KEYWORDS:** Fruit Jams. Gas chromatography. Mass spectrometry. Residues. QuEChERS.

### 1 | INTRODUCTION

Pesticides are chemical substances applied to crops at various stages of cultivation and during post-harvest storage of crops. The use of pesticides is intended to prevent the destruction of food crops by controlling agricultural pests or unwanted plants and to improve plant quality (EUROPEAN COMMISSION, 2018; REICHERT et al., 2015). In Brazil, one of the world's major food producers, over 90% of farmers rely on



pesticide use and the country has ranked first in pesticide use worldwide in recent years, with 936 thousand tons used from second semester of 2010 until the end of the first semester of 2011 (JARDIM AND CALDAS, 2012; CARNEIRO et al., 2015; REICHERT et al., 2015). Even when pesticides are applied in accordance with good agricultural practices they can leave residues. Therefore, many countries have established legal guidelines and monitoring programs to control the use of pesticides in agricultural crops and verify if the residue concentrations are in compliance with the maximum residue limits (MRL) (WALORCZYK, 2007).

Jams are processed food products, originated as food preserving processes of fruits during off-season and also a way to add economic value to the fruits. Jams became very popular because of its low cost, all year long availability and pleasant organoleptic properties (MOHD NAEEM et al., 2017; TAUATI et al., 2014). Jams are prepared mixing sugar, pulp and/or puree of one or more fruits and water and cooking it to a suitable gelled consistency (ABID et al., 2018; COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 2004).

According to the Guidance Document SANTE/11813/2017, fruit jams are classified as high sugar and low water content commodities, together with honey and dried fruits and these characters of the fruit jams can represent a challenge in pesticide determination in such matrices (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

Considering that fruits and vegetables are susceptible to pesticides application during their cultivation and that they are essential ingredients to the jams production, it is of great interest to measure the contamination level of the jams with these toxic compounds, because the presence of contaminants, depending on the concentration, can be dangerous for human consumption.

Every year, several new multiresidue methods are developed to determine pesticides in raw food. But the same is not true when it comes to monitor pesticides and their metabolites in processed foods like jams. Cooking might alter and degrade the chemical structure of analytes. So, in order to evaluate in detail the hazardous effects of pesticides on human health, cooked foodstuffs appear to be a more reasonable choice of sample (PARK et al., 2011; MARTIN et al., 2013).

Gas chromatography tandem mass spectrometry with ion trap detector (GC-ITD-MS) is a very sensitive, selective and well-established analytical technique. It is frequently applied to determine pesticide residues in different types of matrixes (PIZZUTTI, 2006). Therefore, this study aimed to develop and validate a multiresidual method for pesticides determination in jams using GC-ITD-MS.



## 2 | MATERIAL AND METHODS

### 2.1 Reagents, Solvents, Standards and Instrumentation

Acetonitrile and toluene (purity  $\geq 99.5\%$ ) were acquired from Mallinckrodt (USA). Acetic acid HPLC grade 99.9% was purchased from J.T. Baker (USA). Sodium sulfate ( $\text{MgSO}_4$ ) (98.0%) was obtained from Sigma-Aldrich (Japan). sodium acetate (99.0%) from Vetec (Brazil) primary and secondary amine (PSA) from Supelco (USA). The solid pesticides standards, purity  $> 98\%$ , were obtained from Dr. Ehrenstorfer (Germany) and stored in freezer at  $-30^\circ\text{C}$ .

Individual standard stock solutions of the 41 pesticides were prepared in toluene at  $1000\text{ mg L}^{-1}$  and stored in amber glass vials at  $-20^\circ\text{C}$ . Posteriorly, by dilutions of the individual stock solutions a new standard solution containing a mixture of the 41 pesticides was prepared at  $500\text{ }\mu\text{g L}^{-1}$ . This mixture solution was used as spiking solution in the method development studies and for the validation.

The GC-ITD-MS instrument consisted of a CP 3800 gas chromatograph (Varian, EUA), equipped with a CP 8400 autosampler (Varian, USA), a 1079 programmable temperature vaporizing (PTV) injector with silanized glass liner containing a carbofrit of 0.5 cm. The injection volume was  $5\text{ }\mu\text{L}$ , at the initial temperature of  $80^\circ\text{C}$  and final temperature of  $300^\circ\text{C}$ .

The pesticides were separated on a fused silica capillary column FactorFour VF-5ms (5% phenyl 95% methylpolysiloxane), 30 m length, 0.25 mm i.d. and  $0.25\text{ }\mu\text{m}$  of film thickness (Varian, The Netherlands). Helium was used as mobile phase at a flow rate of  $1.2\text{ mL min}^{-1}$ . The column oven operated with a linear temperature program starting at  $80^\circ\text{C}$  (1 min), followed by an increase of  $25^\circ\text{C min}^{-1}$  to  $180^\circ\text{C}$ ;  $5^\circ\text{C min}^{-1}$  to  $280^\circ\text{C}$  and  $10^\circ\text{C min}^{-1}$  to  $300^\circ\text{C}$ .

The GC was coupled to an ion trap mass spectrometer Saturn 2000 (Varian, USA) operated in the positive electron impact ionization mode (EI) and full scan acquisition mode. The chromatographic parameters of the pesticides are shown in Table 1. The total analysis time was 37 min and data acquisition was performed with MS Workstation 6.5 software (Varian, USA).

### 2.2 Samples

Fruit jam samples were purchased in local markets of Santa Maria, South of Brazil. The samples consisted of jams made from three different fruits (pineapple, strawberry and grape) and from 3 different brands. For the preliminary tests and for the validation just the grape jam was used.

### 2.3 SLURRY PREPARATION

Fruit jams are difficult to manipulate because of its high sugar content and pasty consistency. Therefore, the use of pure jam and jam slurries, at different ratios,

was evaluated to select the most adequate one. The preparation of the slurries was performed homogenizing the jams with ultrapure water in an Ultra-Turrax for 5 min. Slurries of three different ratios were prepared, 1:1, 1:0.5 and 1:0.25 (grape jam:water, m/m). Selection of the best ratio of slurry was done based on the its consistence, homogeneity, accuracy tests (recovery% and RSD%) of spiked samples and based on matrix effects for the studied pesticides.

## 2.4 QUECHERS SAMPLE EXTRACTION

Sample extraction was done with the modified QuEChERS method as described following. Slurry portions of 10 g were weighted into 45 mL centrifuge tubes. For recovery studies the samples were spiked with the pesticide standard mixture solution ( $500 \mu\text{g L}^{-1}$ ) and homogenized in Vortex for 1 min. For the extraction, 10 mL of acetonitrile containing 1% acetic acid and the procedure internal standard (tris(1,3-dichloroisopropyl)phosphate) at  $200 \mu\text{g L}^{-1}$  were added to the tubes and automatically shaken for 2 min. After that, 3 g of anhydrous  $\text{MgSO}_4$  were added to each tube followed by 2 min shaking. Then, 1.7 g of sodium acetate was added and the samples were shaken for more 2 min. The tubes were taken to centrifugation. The upper layer (4 mL) was transferred into other tubes containing a mixture of 600 mg of anhydrous  $\text{MgSO}_4$  and 50 mg of PSA. The tubes were shaken again for 2 min and centrifuged. Finally,  $990 \mu\text{L}$  of the upper layer was pipetted to a vial and mixed with the instrument internal standard (bromophos-ethyl) at  $50 \mu\text{g L}^{-1}$ . The vials were then capped and taken to the GC-ITD MS.

Pesticide	Molecular mass (g)	Rt (min)	Quantification ion (m/z)
Propham	179.2	6.43	179.0
Tecnazene	260.8	7.75	261.0
Clorpropham	213.5	8.28	213.0
HCH-alpha	290.8	8.96	181.0
Hexachlorobenzene	284.7	9.05	284.0
Dicloran	207.0	9.27	206.0
HCH-beta	290.8	9.53	181.0
Quintozene	295.3	9.61	295.0
Diazinon	304.3	9.73	304.0
HCH-gamma (Lindane)	290.8	9.76	183.0
Chlorpyrifos-ethyl	322.5	11.12	288.0
Promethryn	241.3	11.55	241.0
Heptachlor	373.3	11.59	272.0
Pirimiphos-methyl	305.3	11.82	290.0
Chlorpyrifos-ethyl	350.6	12.41	316.0
Aldrin	364.9	12.65	293.0

Dicofol*	370.4	12.97	139.0
Heptachlorepoide	389.3	13.84	289.0
Phenthoate	320.3	13.93	274.0
Quinalphos	298.2	13.97	146.0
Bromofos-ethyl (P.I.S.)	394.0	14.39	303.0
DDE-2.4	318.0	14.59	247.0
Endosulfan-alpha	406.9	15.00	241.0
Fludioxonil	248.1	15.42	248.0
DDE-4.4	318.0	15.65	318.0
DDD-2.4	318.0	15.88	237.0
Dieldrin	380.9	16.58	279.0
Endrin	380.9	16.60	281.0
Endosulfan-beta	406.9	16.95	267.0
DDD-4.4	318.0	17.03	235.0
DDT-2.4	352.0	17.13	235.0
TDCPP (P.I.S.)	430.9	17.72	191.0
Quinoxifen	308.1	18.18	272.0
Endosulfan-sulfate	422.9	18.25	387.0
DDT-4.4	354.4	18.33	235.0
Methoxychlor	345.6	18.80	227.0
Propargite	350.4	18.83	135.0
EPN	323.3	20.05	169.0
Tetramethrin	331.4	20.07	164.0
Tetradifon	356.0	21.02	356.0
Phosalone	367.8	21.18	182.0
Pyrazophos	373.3	22.16	221.0
Azoxystrobin	403.3	29.65	344.0

Table 1. Chromatographic parameters of the pesticides determined by GC-ITD-MS analysis.

\*degradation product of dicofol, not included in the standard pesticide mixture solution

## 2.5 Method Validation

To assess the method linearity and linear range, analytical solutions were prepared at the concentrations of 2.5; 5; 10; 20; 40; 50 and 65  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (2; 4; 8; 16; 32; 40; 52  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) in acetonitrile and matrix extract (matrix-matched calibration standards). These solutions were obtained by dilution of the standard solution containing the mixture of the pesticides (500  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) with acetonitrile and blank grape jam extract, respectively. The linearity was determined by the calculation of the correlation coefficient ( $r$ ) of analytical curves, obtained based on the areas of the chromatographic peaks. The matrix effects (%) were calculated for each compound based on the slopes of the calibration curves in matrix extract and in organic solvent, according to the Equation 1.

Accuracy and precision were accessed by the analysis of spiked samples at the concentrations of 10, 20 e 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$  with 6 replicates at each concentration ( $n=6$ ) and the reporting limit (RL) was set based on the lowest spiked concentration that

presented recoveries between 70-120% and RSD  $\leq$  20%.

$$\text{Matrix effects (\%)} = \left[ \left( \frac{\text{slope curve, standard in matrix}}{\text{slope curve, standard in acetonitrile}} \right) - 1 \right] \times 100 \quad (1)$$

### 3 | RESULTS AND DISCUSSION

As explained in Section 2.3, fruit jams present a pasty consistence and are difficult to handle during extraction. So, studies were performed using pure jam and slurries (ratios, 1:1, 1:0.5 and 1:0.25, m/m). Pure jam was difficult to weight, did not mix completely with the extraction solvent (acetonitrile 1% acetic acid) and it was then considered inadequate. The slurry of ratio 1:1 (m/m) was too liquid and therefore not suitable. Slurries of ratios 1:0.5 and 1:0.25 (w/w) were completely homogeneous and shown a good consistence. The slurry of ratio 1:0.25 (m/m) was selected for the validation study because it presented the best performance on the accuracy study, with recoveries within 70-120% and RSD  $\leq$  20% for the majority of the pesticides.

The results of the method accuracy and precision are reported in Table 2. As demonstrated for the spike concentrations of 10 20 and 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , the number of pesticides which presented recoveries between 70-120% and RSD  $\leq$  20% were, respectively, 26 (64%), 21 (51%) and 37 (90%), RL was 10, 20 e 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$  for 26 (64%), 4 (10%) and 7 (17%) pesticides, respectively. Three compounds (7%) were not detected at the studied concentrations and one (2%), namely phenthoate, was detected at 50  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , but did not fulfill the requirements for validations.

Method linearity was evaluated based on calibration curves prepared in matrix extract and in acetonitrile. For the matrix-matched calibration curves, 38 (93%) pesticides had an  $r > 0.990$ , azoxystrobin (2%) presented an  $r = 0.975$ , endossulfan-alpha (2%) was not detected at any level studied and propargite (2%) did not had areas at least at 3 different concentration levels. For the calibration curves in acetonitrile, just 6 (15%) compounds showed an  $r > 0.990$ ; 21 (51%) had

Pesticide	Spike concentration ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )						RL ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
	10		20		50		
	Recovery (%)	RSD (%)	Recovery (%)	RSD (%)	Recovery (%)	RSD (%)	
Aldrin	94	19	82	17	79	13	10
Azoxystrobin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Chlorpropham	112	13	82	18	72	15	10
Chlorpyrifos-ethyl	95	20	76	20	75	12	10
Chlorpyrifos-methyl	95	9	75	20	71	8	10
DDD-2.4	90	5	72	31	80	11	10
DDD-4.4	94	16	79	18	78	11	10
DDE-2.4	100	5	81	28	79	10	10
DDE-4.4	95	16	77	33	75	9	10
DDT-2.4	n.d.	n.d.	80	19	71	13	20

DDT-4.4	n.d.	n.d.	75	18	78	19	20
Diazinon	88	7	76	28	73	8	10
Dicloran	112	5	76	15	75	14	10
Dicofol*	n.d.	n.d.	81	20	71	10	20
Dieldrin	n.d.	n.d.	43	26	71	14	50
Endosulfan-alpha	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Endosulfan-beta	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	72	12	50
Endosulfan-sulfate	n.d.	n.d.	97	28	79	16	50
Endrin	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	80	16	50
EPN	118	14	87	14	87	12	10
Fludioxonil	127	30	79	18	84	16	20
HCH-alpha	85	10	74	14	71	8	10
HCH-beta	72	18	59	32	71	13	10
HCH-gamma (Lindano)	91	15	80	18	80	12	10
Heptachlor	93	15	76	12	74	5	10
Heptachlorepoxyde	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	74	11	50
Hexachlorobenzene	98	9	79	15	74	10	10
Methoxychlor	93	16	74	29	78	19	10
Phenthoate	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	70	32	n.f.r.
Phosalone	88	19	62	12	73	15	10
Pirimiphos-methyl	97	9	73	37	75	8	10
Promethryn	94	10	74	19	76	11	10
Propargite	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Propham	117	6	84	15	78	5	10
Pyrazophos	94	12	68	5	83	15	10
Quinalphos	91	13	71	20	70	4	10
Quinoxifen	106	23	74	27	81	11	50
Quintozene	88	11	77	20	81	11	10
Tecnazene	99	8	80	18	78	9	10
Tetradifon	n.d.	n.d.	88	33	80	11	50
Tetramethrin	89	9	83	5	89	13	10

**Table 2.** Average recoveries (%), RSD% (n=6) and RL for the pesticides spiked to blank grape jam at 10, 20 e 50 µg kg<sup>-1</sup> (n=6). Analysis performed by GC-ITD-MS.

n.d.: not detected; n.f.r.: not fulfilling requirements for validation (recovery 70-120% and RSD ≤ 20%)

\*Identified and quantified indirectly by dichlorobenzophenone-4.4.

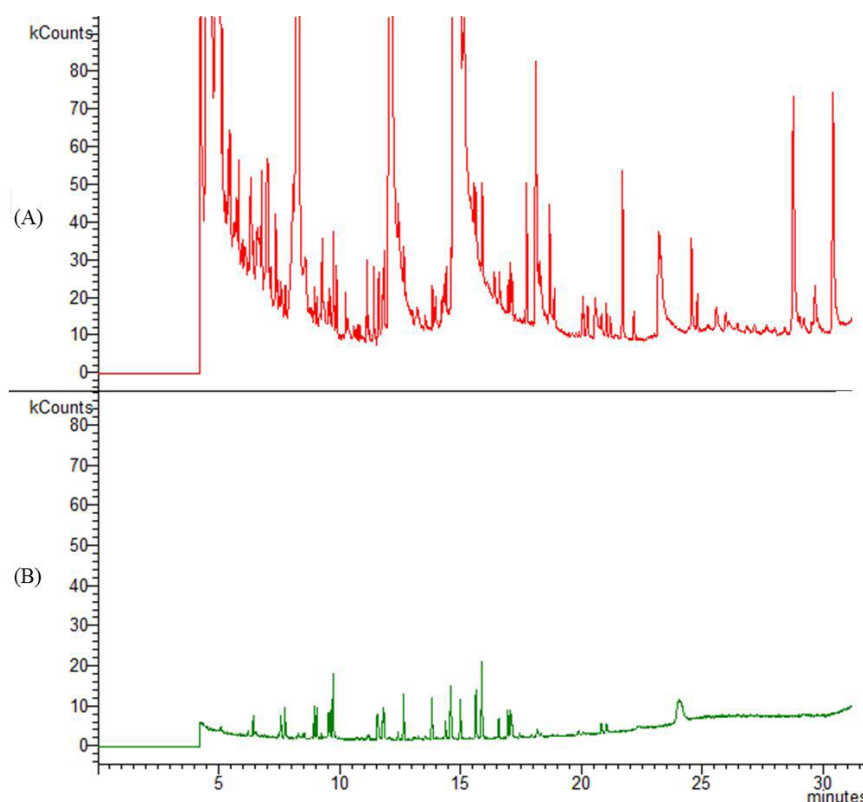
an r between 0.900-0.990; 4 (10%) presented an r < 0.900; 2 (5%) pesticides did not have areas at least at 3 different concentrations and 8 (20%) compounds were not detected.

Another parameter evaluated were the matrix effects (%). It is defined as the influence of one or more co-extracted matrix compounds on the measurement of the analyte concentration or mass. It may be observed as an increased or a decreased (enhancement or suppression, respectively) of detector response, in comparison with that produced by solvent solutions of the analyte (EUROPEAN COMMISSION, 2017). In this study, a clean-up step (with 50 mg of PSA) was applied to sample extracts before the GC-ITD-MS analysis, aiming to reduce the matrix interference.

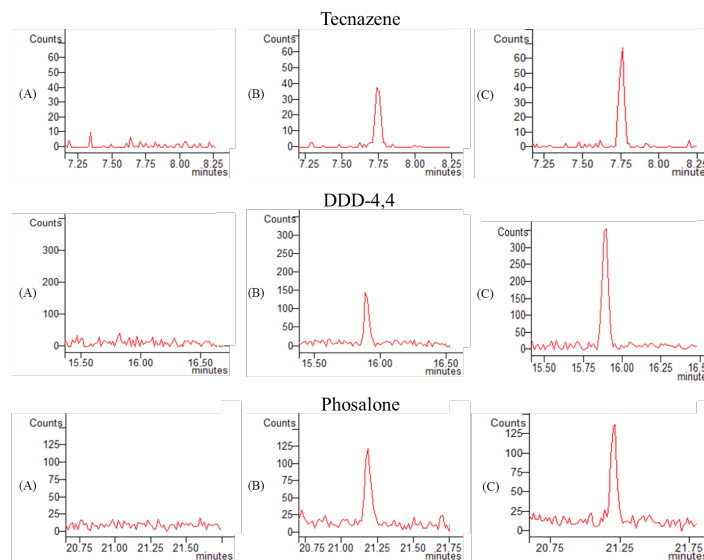
The calculated matrix effects were prevalently positive (enhancement) and was ≤ 20% for just 8 (20 %) pesticides. Thus, to avoid erroneous quantifications of the

pesticides it is advisable to prepare the calibration curves in matrix extract (EUROPEAN COMMISSION, 2017). The positive matrix effects can be seen in Fig. 1, which shows the total ion chromatograms of two standard solutions at  $52 \mu\text{g L}^{-1}$ . A prepared in blank grape jam extract (matrix-matched standard), and B prepared in neat organic solvent. So, the higher intensity of the chromatographic peaks when in the presence of matrix extract evidences the positive matrix effects.

The retention time of the analytes is an important criterion for identification and for the selectivity of the analytical method. Thus, the method selectivity can be clearly visualized in Fig. 2, which represent the selective chromatograms of tequinazene, DDD-4,4, phosalone, free of interfering.



**Fig. 1.** Total ion chromatograms of a standard solution prepared in blank grape jam extract at  $52 \mu\text{g L}^{-1}$  (A) and a standard solution prepared in neat acetonitrile at  $52 \mu\text{g L}^{-1}$  (B) demonstrating the positive matrix effects of the grape jam.



**Fig. 2.** Selective chromatograms of tecnazene, DDD-4.4 and phosalone obtained by GC-ITD-MS analysis of (A) blank grape jam extract, (B) standard pesticide solution in matrix at  $4 \mu\text{g L}^{-1}$  ( $5 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) and (C) grape jam sample spiked at  $10 \mu\text{g kg}^{-1}$  ( $8 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

## 4 | CONCLUSIONS

According to the results presented in this study, it is possible to conclude that the sulfate QuEChERS method is suitable for the pesticide residues extraction from fruit jams and that PSA was effective for clean-up the acetonitrile jam extracts before the chromatographic analysis, due the fact that it was observed minimal interference in the analytes detection.

In the method validation study, 41 pesticides were evaluated and 37 (90%) were successfully validated. The matrix effects were higher than 20% for 33 (80%) compounds, so, it is preferably use matrix-matched calibration to avoid incorrect quantification of the pesticides. The RL was 10, 20 and  $50 \mu\text{g kg}^{-1}$  for, 26 (64%), 4 (10%) and 7 (17%) pesticides, respectively. Three (7%), (azoxystrobin, endosulfan-alpha and propargite), were not detected at the studied concentrations and phenthoate (2%) was detected at the spike level of  $50 \mu\text{g kg}^{-1}$  but did not fulfill the validation requirements.

Whereas the majority of the pesticides studied are prohibited or are not allowed in Brazil in the fruits used in the jams production, the developed method has been proved to be successful as a real quantitative multi-residue method for pesticide determination in fruit jams, and can be recommended for routine application in monitoring studies or surveys.

## Acknowledgements

We gratefully acknowledge the Center of Research and Analysis of Residues and Contaminants (CEPARC) for the instrumental and technical support, B. Reichert was supported by a scholarship from the CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil (Process 14234-13-0).



## REFERENCES

- ABID, M.; YAICH, H.; HIDOURI, H.; ATTIA, H.; AYADI, M. A. Effect of substituted gelling agents from pomegranate peel on colour, textural and sensory properties of pomegranate jam. **Food Chemistry**, v. 239, p. 1047–1054, 2018.
- CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. **Dossiê ABRASCO, um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Editora Expressão Popular, São Paulo, SP, 2015, p. 49
- COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. **Council Directive, 2004/84/EC of 10 June 2004 amending Directive 2001/113/EC relating to fruit jams, jellies and marmalades and sweetened chestnut purée intended for human consumption**. Official Journal of the European Union, 19 jun. 2004, p. 67.
- EUROPEAN COMMISSION. **Pesticides - EU Rules**, 2018. Available at: <[http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_en.htm)>. Accessed at: 22 apr. 2018.
- EUROPEAN COMMISSION, DG-SANTE. **Guidance Document on Analytical Quality Control and Method Validation Procedures for Pesticides Residues Analysis in Food and Feed**, SANTE/11813, 2017.
- JARDIM, A. N. O.; CALDAS, E. D. Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food - results from 2001 to 2010. **Food Control**, v. 25, p. 607–616, 2012.
- MARTIN, L.; MEZCUA, M.; FERRER, C.; GIL GARCIA, M. D.; MALATO, O.; FERNANDEZ-ALBA, A. R. Prediction of the processing factor for pesticides in apple juice by principal component analysis and multiple linear regression. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v. 30, p. 466–476, 2013.
- MOHD NAEEM, M. N.; MOHD FAIRULNIZAL, M. N.; NORHAYATI, M. K.; ZAITON, A.; NORLIZA, A. H.; WAN SYURIAHTI, W. Z.; MOHD AZERULAZREE, J.; ASWIR, A. R.; RUSIDAH, S. The nutritional composition of fruit jams in the Malaysian Market. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 16, p. 89-96, 2017.
- PARK, J. Y.; CHOI, J. H.; EL-ATY, A. M. A.; KIM, B. M.; OH, J. H.; DO, J. A.; KWON, K. S.; SHIM, K. H.; CHOI, O. J.; SHIN, S. C.; SHIM, J. H. Simultaneous multiresidue analysis of 41 pesticide residues in cooked foodstuff using QuEChERS: Comparison with classical method. **Food Chemistry**, v. 128, p. 241–253, 2011.
- PIZZUTTI, I. R. **Validation of multiresidue extraction methods and development of GPC purification for pesticide residues analysis in soya using GC-MS/MS and LC-MS/MS** (PhD Thesis). Federal University of Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- REICHERT, B.; PIZZUTTI, I. R.; COSTABEBER, I. H.; UCLÉS, A.; HERRERA, S.; FERNÁNDEZ-ALBA, A. R. Validation and application of micro flow liquid chromatography–tandem mass spectrometry for the determination of pesticide residues in fruit jams. **Talanta**, v. 134, p. 415–424, 2015.
- TOUATI, N.; TARAZONA-DÍAZ, M. P.; AGUAYO, E.; LOUAILECHE, H. Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. **Food Chemistry**, v. 145, p. 23–27, 2014.

WALORCZYK, S. Development of a multi-residue screening method for the determination of pesticides in cereals and dry animal feed using gas chromatography–triple quadrupole tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v. 1165, p. 200–212, 2007.

## ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE AMOSTRAS DE NUTRIÇÃO ENTERAL MANIPULADAS NO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO (HUOP)

### **Vanuza Hoinatz**

Graduanda do curso de Farmácia – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Cascavel - PR

### **Amanda Antunes Rossi**

Graduanda do curso de Farmácia – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Cascavel - PR

### **Fabiana André Falconi**

Professor Associado do curso de Farmácia – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Cascavel - PR

**RESUMO:** A nutrição enteral é uma forma de dieta de rotina usada para manutenção ou recuperação do estado nutricional de pacientes em regime hospitalar, ambulatorial ou domiciliar. Com o avanço de tecnologias, este tipo de dieta está sendo mais utilizado, o que implica em maior atenção com contaminações de micro-organismos patógenos, responsáveis por infecções hospitalares e agravamento do estado de saúde dos pacientes. A ANVISA preconiza orientações para Boas Práticas de Preparação da Nutrição Enteral (BPPNE) a fim de evitar contaminações durante a preparação e administração da NE. Este trabalho tem por objetivo verificar a qualidade da nutrição enteral que é administrada no HUOP – Hospital Universitário do Oeste

do Paraná. No período de julho de 2016 a fevereiro de 2018, foram coletadas 43 amostras no hospital e transportadas ao laboratório de Microbiologia da UNIOESTE para análises dos micro-organismos: Coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus* coagulase positivo e *Salmonella* sp, segundo metodologia vigente. Os resultados indicaram que 14,0% das amostras foram reprovadas por apresentarem crescimento de bactérias mesófilas aeróbias acima do estabelecido. Isto indica a necessidade que maior controle higiênico-sanitário no preparo das dietas enterais, pois levando-se em consideração que os pacientes estão debilitados, deve-se evitar a administração de uma dieta contaminada, que poderá agravar o estado de saúde do paciente. **PALAVRAS-CHAVE:** Nutrição enteral; Micro-organismos; Manipulação.

**ABSTRACT:** Enteral nutrition is a form of routine diet used for maintenance or recovery of the nutritional status of patients in hospital, outpatient or home. With the advancement of technologies, this type of diet is being used more, which implies more attention with contaminations of pathogenic microorganisms, responsible for hospital infections and worsening of the health status of the patients. The ANVISA recommends guidelines for Good Enteral Nutrition Preparation Practices (GENPP) in

order to avoid contamination during the preparation and administration of EN. This study aims to verify the quality of enteral nutrition that is administered at HUOP - Hospital Universitário do Oeste do Paraná. From July 2016 to February 2018, 43 samples were collected at the hospital and transported to the UNIOESTE Microbiology laboratory for analysis of the presence of microorganisms: total coliforms, fecal coliforms, coagulase positive *Staphylococcus* and *Salmonella* sp, according to methodology in force. The results indicated that 14.0% of the samples were rejected because they presented growth of aerobic mesophilic bacteria above that established. This indicates the need for greater hygienic-sanitary control in the preparation of enteral diets, taking into account that patients are debilitated, the administration of a contaminated diet, which may aggravate the patient's health, should be avoided.

**KEYWORDS:** Enteral nutrition; Microorganisms; Manipulation.

## 1 | INTRODUÇÃO

O alimento, independentemente da cultura do indivíduo e da época vivida, é um fator essencial e indispensável à manutenção e à ordem da saúde. Sua importância está associada a sua capacidade de fornecer ao corpo humano nutrientes necessários ao seu sustento. Para o equilíbrio harmônico desta tarefa, é fundamental a sua ingestão em quantidade e qualidade adequadas, de modo que funções específicas como a plástica, a reguladora e a energética sejam satisfeitas, mantendo assim a integridade estrutural e funcional do organismo. No entanto, esta integridade pode ser alterada, em casos de falta de um ou mais nutrientes, com conseqüente deficiência no estado nutricional e necessidade de suplementação (regime dietoterápico) (MOURA, 2002).

Em uma unidade hospitalar, a alimentação e a nutrição têm como principal finalidade restaurar a saúde dos pacientes, servindo como um importante fator adjuvante ao tratamento médico, e ajudando a oferecer o aporte necessário de nutrientes (MARTINELLI, 2007). A Alimentação enteral é a modalidade preferida de apoio para pacientes gravemente doentes que têm a função gastrointestinal aceitável, mas são incapazes de manter a dieta oral (SERPA, 2003).

A Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA) define Nutrição Enteral (NE) como um alimento para fins especiais, com ingestão controlada de nutrientes, na forma isolada ou combinada, de composição definida ou estimada, especialmente formulada e elaborada para uso por sondas ou via oral, industrializada ou não, utilizada exclusiva ou parcialmente para substituir ou complementar a alimentação oral em pacientes desnutridos ou não, conforme suas necessidades nutricionais, em regime hospitalar, ambulatorial ou domiciliar, visando à síntese ou manutenção dos tecidos, órgãos ou sistemas (BRASIL, 2000).

A ANVISA define ainda que a NE não industrializada constitui-se de uma fórmula estimada e manipulada a partir de alimentos *in natura* e/ou produtos alimentícios, sob prescrição dietética, enquanto a NE industrializada é uma dieta pronta, completa em

nutrientes e balanceada, podendo ser encontrada nas formas de pó (necessita de reconstituição ou diluição com água); em Sistema Aberto (requer manipulação prévia à sua administração, para uso imediato ou atendendo à orientação do fabricante) e em Sistema fechado (estéril, acondicionada em recipiente hermeticamente fechado e apropriado para conexão ao equipo de administração) (BRASIL, 2000).

A terapia nutricional enteral (TNE) é um conjunto de procedimentos cujo objetivo é manter e/ou recuperar o estado nutricional do paciente, por meio de via oral, sondas ou ostomias, através do fornecimento de energia e nutrientes (MOREIRA et al., 2010). Esse tipo de dieta, quando não manipulada de forma adequada, pode ser uma importante causa de contaminações microbiológicas (PEROTE et al., 2014).

As NE são excelentes meios de cultura para micro-organismos, pois são ricas em macro e micronutrientes, pH em torno de 7 e elevada atividade de água, características que favorecem sua multiplicação (PASSOS, 2013).

A contaminação da nutrição enteral pode ser atribuída à inadequação dos procedimentos de desinfecção de equipamentos, utensílios e superfícies durante a preparação, a ingredientes e outros suplementos usados na formulação e a condições impróprias de armazenamento e transporte. Outro risco potencial de contaminação da NE são os manipuladores de alimentos que podem ser portadores de micro-organismos patogênicos (PASSOS, 2013; SANTOS, 2016).

Para evitar a contaminação em todas as etapas de processamento das NE existem as “Boas Práticas de Preparação da Nutrição Enteral” (BPPNE) que estabelecem orientações gerais para o preparo e administração das dietas (VASCONCELOS et al., 2013). As Boas Práticas de Preparação da Nutrição Enteral (BPPNE) estabelecem as orientações gerais para aplicação nas operações de preparação da NE, bem como critérios para aquisição de insumos, materiais de embalagem e NE industrializada (BRASIL, 2000).

As vantagens oferecidas pelo emprego da nutrição enteral muitas vezes tornam secundárias devido às complicações derivadas de sua contaminação, que pode estar associada a complicações infecciosas, sendo a diarreia a mais frequente. A administração de fórmulas eventualmente contaminadas pode não somente causar distúrbios gastrintestinais, mas contribuir para infecções mais graves, especialmente em pacientes imunodeprimidos. (KLAASSEN et al., 2002; CARVALHO et al., 2010, SANTOS, 2016).

Promover a segurança dos indivíduos que são nutridos por dieta enteral é dever de todos os profissionais da saúde envolvidos. Devem ser observados todos os aspectos relacionados à terapia de nutrição enteral (TNE), iniciando-se pela prescrição e preparo, para garantir a segurança e a efetividade no processo (KUMBIER et al., 2011).

De acordo com a resolução nº 63, de 6 de julho de 2000 do Ministério da Saúde, que fixa os requisitos mínimos exigidos para a terapia de nutrição enteral, a avaliação microbiológica em amostra representativa das preparações realizadas em

uma sessão de manipulação deve apresentar menor que 3 NMP/mL de coliformes totais, menor que 3 NMP/mL de *Escherichia coli*, menor que 10<sup>3</sup> UFC/mL da amostra de bactérias mesófilas aeróbias, menor que 3 UFC/mL de *Staphylococcus* coagulase positiva e com relação à *Salmonella* sp. deve estar ausente na amostra (Brasil, 2000).

As bactérias mesófilas aeróbias indicam a qualidade higiênico- sanitária dos produtos. Todas as bactérias patogênicas de origem alimentar são mesófilas, as quais crescem a mesma temperatura do corpo (+/- 37°C). A elevada contagem desses indica que houve condições favoráveis para que os patógenos se multiplicassem. Em alimentos não perecíveis, indica o uso de matéria-prima contaminada ou processamento insatisfatório sob o ponto de vista sanitário (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

O grupo dos coliformes totais é conhecido como indicador microbiológico da qualidade sanitária, mas não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos. A presença de *Escherichia coli* (*E. coli*) em alimentos fornece, com maior segurança, informações sobre as condições higiênicas do produto, além de ser melhor indicação de presença de enteropatógenos, o que é de extrema relevância principalmente por se tratar de um produto a ser administrado a pacientes, em sua maioria, imunodeprimidos, portanto mais suscetíveis ao desenvolvimento de infecções (LIMA, 2005; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Os estafilococos são micro-organismos mesófilos com temperatura de crescimento entre 7 e 47,8°C e podem produzir enterotoxinas termorresistentes a temperaturas entre 10 e 46°C (FRANCO; LANDGRAF, 2008). *Staphylococcus aureus* são encontrados nas regiões da nasofaringe, fossas nasais, podendo causar infecções simples na pele até uma infecção de caráter mais grave profunda em pacientes debilitados por doenças crônicas, traumas físicos, queimaduras e imunossupressoras, esta é uma das razões pelas quais as infecções estafilocócicas severas são mais frequentemente adquiridas em hospitais (LU et al., 2005).

A grande maioria dos sorotipos de salmonelas é patogênica para o homem. A *Salmonella spp.* é uma bactéria entérica responsável por graves infecções alimentares, sendo um dos principais agentes envolvidos em surtos registrados em vários países. A transmissão para o homem geralmente ocorre pelo consumo de alimentos contaminados, embora a transmissão pessoa a pessoa possa ocorrer particularmente nos hospitais (SHINOHARA, 2008).

Tendo em vista esses aspectos, a necessidade de ser disponibilizada uma alimentação com qualidade se faz presente devido ao risco de danos causados por possível contaminação durante o processo de preparo da NE. Assim, o objetivo do projeto consiste em analisar a qualidade microbiológica da alimentação enteral de sistemas aberto, administrada no HUOP – Hospital Universitário do Oeste do Paraná em Cascavel.



## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas 43 amostras de nutrição enteral, em Sistema Aberto, no período de julho de 2016 a fevereiro de 2018, no HUOP - Hospital Universitário do Oeste do Paraná, armazenadas em recipientes estéreis e conduzidas até o Laboratório de Microbiologia de Alimentos da UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. A coleta foi realizada após a manipulação do preparo das mesmas.

As amostras foram analisadas através da contagem de Bactérias aeróbias mesófilas, contagem de Coliformes totais, contagem de coliformes termotolerantes, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva e Pesquisa de *Salmonella* spp, de acordo com a metodologia do Ministério do Saúde (BRASIL, 2001).

Para o preparo de cada amostra foram realizadas diluições, onde a amostra obtida correspondeu à diluição  $10^0$ . A partir desta, foram transferidos, com o auxílio de uma pipeta previamente esterilizada, 25mL para um erlenmeyer contendo 225 mL de água peptonada 0,1%, correspondendo a diluição  $10^{-1}$ . Em seguida, transferido 1mL do erlenmeyer para um tubo de ensaio contendo 9mL de água peptonada 0,1%, correspondendo à diluição  $10^{-2}$ . O mesmo procedimento foi repetido até a diluição  $10^{-3}$ .

Contagem de bactérias mesófilas aeróbias: Foram inoculados 0,1 mL das diluições no Ágar Padrão de Contagem (PCA) previamente preparado, e espalhados pelo meio com uma alça de Drigalski. Após o procedimento ser realizado para as diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , as placas foram incubadas a 35-37°C por 24-48 horas. Após a incubação, realizou-se a contagem total de micro-organismos presentes.

Contagem de Coliformes Totais pelo método do Número Mais Provável (NMP): 1,0 mL de cada diluição foi inoculado em série de três tubos contendo 9 mL do meio Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) e tubos de Durhan invertidos, sendo incubados a 35-37°C por 24-48 horas. Dos tubos que apresentaram resultado positivo para coliformes totais – crescimento (turvação) e produção de gás em meio LST – foi transferida uma alçada para tubos contendo 10,0 mL de caldo *Escherichia coli* (EC) e tubos de Durhan invertidos, sendo incubados em banho-maria a 44,5-45,5°C por 24 horas, para determinar contagem de coliformes termotolerantes.

Contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva: Através do método de profundidade, foram inoculados 1 mL de cada diluição em placas previamente esterilizadas, acrescentado o meio Manitol Salgado Líquido e feito movimentos circulares com as placas (em “8”). Em seguida, as placas foram incubadas a 35-37°C por 48 horas e verificou-se se houve a utilização do manitol, indicando possível crescimento de colônias características de *Staphylococcus aureus*, para posterior realização de testes bioquímicos específicos.

Pesquisa de *Salmonella* spp.: Para a pesquisa de *Salmonella* spp, o procedimento foi realizado em quatro etapas, onde na fase de pré-enriquecimento são adicionados 25mL da amostra em 225mL de água peptonada 1% e incubados a 35-37° por 24 horas. Na fase de enriquecimento seletivo, foi transferido 1,0 mL da mistura para tubo



contendo Caldo Rappaport, colocado em banho-maria a 43°C por 24 horas, e 1,0 mL para tubo contendo Caldo Tetracionato e incubado a 37°C por 24 horas. Após período de incubação, foi realizada a fase de plaqueamento diferencial, onde foi transferida uma alçada para placa de Petri contendo o Meio Hectoen-Entérico (HE), para outra placa contendo Meio *Salmonella/Shigella* (SS), para outra placa contendo meio Mac Conkey (MC) e estas por fim, incubadas a 35-37°C por 24 horas. Caso houvesse colônias características de *Salmonella* spp nestes meios, eram realizados os testes bioquímicos para confirmação da bactéria.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através da análise microbiológica de 43 amostras de Nutrição Enteral estão descritos na Tabela 1.

Amostra	Contagem de aeróbios (UFC/mL)	Contagem de <i>Staphylococcus</i> coagulase (+) (UFC/mL)	Contagem de coliformes totais (NPM/mL)	Pesquisa de <i>Salmonella</i> spp. (Ausente/pre-sente)
1	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
2	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
3	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
4	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
5	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
6	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
7	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
8	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
9	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
10	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
11	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
12	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
13	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
14	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
15	1,5x10 <sup>3</sup>	<10	<3	Ausente
16	5x10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
17	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
18	6x10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
19	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
20	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
21	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
22	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
23	2,4x10 <sup>3</sup>	<10	<3	Ausente
24	7,0x10 <sup>3</sup>	<10	<3	Ausente
25	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente

26	2,5x10 <sup>3</sup>	<10	<3	Ausente
27	1,45x10 <sup>3</sup>	<10	<3	Ausente
28	2,43x10 <sup>3</sup>	<10	<3	Ausente
29	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
30	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
31	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
32	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
33	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
34	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
35	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
36	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
37	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
38	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
39	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
40	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
41	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
42	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente
43	<10 <sup>2</sup>	<10	<3	Ausente

**Tabela 1:** Contagem micro-organismos aeróbios, de coliformes totais, *Staphylococcus* coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* sp em amostras de nutrição enteral.

Dentre as amostras analisadas, seis apresentaram crescimento fora do ideal, com variação de 1,5x10<sup>3</sup>UFC/g a 2,43x10<sup>3</sup> UFC/G de bactérias mesófilas aeróbias. A legislação vigente estabelece crescimento inferior a 10<sup>3</sup> UFC/g na NE (BRASIL, 2000).

A contagem de bactérias mesófilas é utilizada para indicar a qualidade sanitária dos alimentos. O crescimento desses micro-organismos pode indicar contaminação por contato manual ou durante a transferência da NE para o recipiente, como descrito por Santos et al. (2003).

Em um trabalho realizado por PASSOS (2013), em dietas enterais em uma unidade hospitalar no RS, a maioria dos micro-organismos apresentou valores permitidos, com exceção da contagem total de bactérias mesófilas aeróbias, que se encontravam acima dos limites microbiológicos recomendados pela legislação. Segundo a autora, a contaminação das amostras provavelmente ocorreu pelo ambiente higienizado de maneira inadequada ou insuficiente.

Através do teste para contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva, nenhuma amostra se mostrou fora dos padrões recomendados pela legislação vigente (BRASIL, 2000). Em todas as análises, não houve crescimento bacteriano, caracterizando resultados >10 UFC/g como no estudo descrito por Maurício et al. (2008), realizado em três hospitais da região Noroeste do Paraná, onde a bactéria patogênica também não foi encontrada nas análises realizadas. Já em estudo realizado por Guerra et al. (2012), em um hospital público do município de Cuiabá (MT) foi detectada a presença deste micro-organismos. Os autores relatam que dietas enterais são um excelente meio para

o crescimento de micro-organismos e rapidamente podem alcançar índices perigosos, podendo causar uma intoxicação alimentar. A presença destes micro-organismos pode estar associado à falta de atenção dos manipuladores durante as práticas de higienização e produção, sanitização inadequada de utensílios e equipamentos, como também reportam matéria prima e/ou ingredientes de qualidade duvidosa adicionados às dietas.

A contagem de coliformes totais não evidenciou nenhuma amostra com crescimento. A contagem de coliformes termotolerantes também foi  $<3$  NMP/g de alimento, estando de acordo com valor preconizado pelo Ministério da Saúde para Nutrição Enteral (BRASIL, 2000). A contaminação das dietas enterais por coliformes 35°C e 45°C ocorrem devido às técnicas inadequadas de manipulação, falhas durante o processamento de higienização de materiais e utensílios ou até a falta de higiene pessoal, resultando em condições sanitárias insatisfatórias (LIMA et al., 2005).

Todas as amostras analisadas apresentaram ausência de *Salmonella* sp., resultado de acordo com a RDC nº63 de 2000. No trabalho descrito por Maurício et al. (2008), realizado com 15 amostras coletadas em 3 diferentes hospitais da cidade de Maringá, todas as amostras também apresentaram ausência de *Salmonella* sp. Já em um estudo realizado, em serviço de alimentação hospitalar, por Pinto et al. (2004), foi detectada a presença de *Salmonella* sp. em uma amostra de dieta enteral.

Nesse trabalho, 6 (14%) amostras foram rejeitadas por não estarem de acordo com o que a Resolução RDC nº63 2000 do Ministério da Saúde preconiza. Resultados muito próximos, quando comparado ao que foi descrito por Lima et al. (2005), realizado em um hospital de oncologia em Natal-RN na UFRN, onde 20 amostras de NE foram coletadas e 20% reprovadas. Em ambos, houve uma maior variação no crescimento de bactérias mesófilas aeróbias e pouco ou nenhum crescimento de micro-organismos potencialmente patogênicos.

Em trabalho realizado em um hospital privado em Fortaleza, das 42 amostras de dietas enterais analisadas, aproximadamente 5% das amostras estavam contaminadas com coliformes totais e/ou bactérias mesófilas. Os autores concluíram o contato manual como uma das fontes de maior significância na problemática da contaminação de dietas enterais em ambiente clínico (SANTOS, 2016).

Estudo com manipuladores como causa de contaminação de NE, a partir de análises microbiológicas das mãos, encontrou resultados que evidenciaram os mesmos como potenciais causadores de contaminação, pois altos valores de bactérias aeróbias mesófilas e/ou anaeróbias facultativas viáveis foram obtidos dessas amostras (SANTOS, 2003/04).

A nutrição enteral (NE) não industrializada constitui-se de uma fórmula estimada e manipulada a partir de alimentos *in natura* e/ou produtos alimentícios, sob prescrição dietética (ANVISA, 2000).

Assim, é de suma importância o controle microbiológico das dietas que são manipuladas em hospitais, como também da água utilizada na preparação das

mesmas, a fim de que esta terapia nutricional represente, efetivamente, um benefício e não um risco aos pacientes internados (SANTOS, 2016). As fontes de contaminação da nutrição enteral são amplas e variadas, abrangendo desde a falta de técnicas de higiene para o preparo e mistura de ingredientes até o acréscimo de componentes contaminados às mesmas (Guerra et al .,2012).

A análise geral das dietas enterais foi feita para assegurar que as normas de preparo de NE com relação às boas práticas de preparação, higienização e capacitação de pessoal estão sendo seguidas a fim de evitar contaminações e promover o real objetivo da nutrição enteral.

Os índices observados para bactérias mesófilas aeróbias indicam descuido com relação às Boas Práticas de Preparação da Nutrição Enteral. Segundo Santos et al. (2003)., em indivíduos debilitados por doenças crônicas, traumas físicos ou imunossupressão, esse micro-organismo pode causar infecções de caráter grave.

## 4 | CONCLUSÃO

Os resultados indicam que 14% das amostras foram reprovadas por apresentarem crescimento de bactérias mesófilas aeróbias acima do estabelecido.

Dessa forma, fica evidente que é necessário maior cuidado no preparo das dietas enterais, além do que já é realizado. Levando em consideração que os pacientes estão debilitados fazendo o uso de sondas, deve-se evitar mais uma fonte potencialmente patogênica que é a nutrição enteral contaminada, o que pode levar à piora do quadro do paciente em questão.

Nesse sentido, as Boas Práticas de Preparação da Nutrição enteral (BPPNE) precisam ser seguidas rigorosamente, deve ser mantido controle de qualidade adequado e manter funcionários bem treinados na preparação das dietas para evitar riscos à saúde dos pacientes que fazem o uso da Nutrição Enteral disponibilizadas no HUOP.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde, Resolução da Diretoria Colegiada nº 63. Aprova o Regulamento Técnico para fixar os requisitos mínimos exigidos para a Terapia de Nutrição Enteral. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 06 de julho de 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

CARVALHO, A. M. R., OLIVEIRA, D. C., MARTINS, B. C. C., VIEIRA, V. M. S. S. SILVA, L. I. M. M., PONCIANO, A. M. S., FONTELES, M. M. F. **Análise da prescrição de pacientes utilizando sonda enteral em um hospital universitário do Ceará**. Revista Brasileira

Hospitalar e Serviço de Saúde, São Paulo. n. 1, p. 17-21, 2010.

FRANCO, B. D. G. M., LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**, 2008. São Paulo: Ateneu, 182p

GUERRA, L, D, S.; ROSA, O, O.; FUJII, I, A. **Avaliação de qualidade microbiológica de dietas enterais, fórmulas lácteas e da água de preparo**. Revista de Alimento e Nutrição, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 205-210, 2012.

KLAASSEN L.J., GARCÍA P., MAÍZ A. CAMPANO M. **Mecanismos de contaminación de las fórmulas para nutrición enteral**. Revista Chilena de Infectología, n. 10, p. 69-73, 2002.

KUMBIER M., BARRETO A.L., COSTA C., SPOLIDORO J.V., BUZZINI R. **Projeto diretrizes: Recomendações para Preparo da Nutrição Enteral**. Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral, 26 de agosto de 2011.

LIMAA., BARROS L.; ROSA M., CARDONHA A., DANTAS M. Avaliação microbiológica de dietas enterais manipuladas em um hospital. Acta Cirurgia brasileira, São Paulo, v. 20. Suplemento 1, 2005.

LU, P.I.; CHIN, L.C; PENG, C.F; CHIANG, Y.H; CHEN, T.P; MA, L; SIU; L.K. **Risk factors and molecular analysis of community methicillin-resistant Staphylococcus aureus carriage**. Journal of Clinical Microbiology, Washington, v. 43, p.132-139, 2005.

MARTINELLI, C. **Avaliação microbiológica de produtos cárneos distribuídos aos pacientes em um hospital particular de Volta Redonda – RJ. 2007**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

MAURÍCIO, A. A.; GAZOLA, S.; MATIOLI, G. **Dietas enterais não industrializadas: análise microbiológica e verificação de boas práticas de preparação**. Revista de Nutrição, Campinas, v. 21, n. 1, 2008.

MOREIRA, S., GALVÃO N., FORTES R., ZABAN, A. **Terapia de nutrição enteral domiciliar: principais implicações dessa modalidade terapêutica**. Comunicação em Ciências da Saúde, v. 21, p. 309-318, 2010.

MOURA, M.R.L. & REYES, F.G.R.. Interação fármaco-nutriente: uma revisão. Revista Nutrição, v. 15, p. 223-238, 2002.

PASSOS, L.D.F. **Avaliação físico-química, microbiológica e dos processos de produção da dieta enteral administrada em uma unidade hospitalar do Sul do RS**. 2013. 124p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

PEROTE G., VIEIRA R., MEDEIROS J.. **Nutrição enteral e risco de contaminação microbiológica: uma revisão de literatura**. Nutrivisa – Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde, v. 1, p. 23-26, 2014.

PINTO, U. M.; CARDOSO, R. R.; VANETTI, M. C. D. **Deteção de *Listeria*, *Salmonella* e *Klebsiella* em serviço de alimentação hospitalar**. Revista de Nutrição, v. 17, p. 319-326, 2004.

SANTOS B. H. C. **Manipuladores como causas potenciais de contaminação microbiana de alimento enteral.** Infarma, v.15, n. 11-12, Nov/Dez 2003 - Jan/2004.

SANTOS, S, S. **Descrição da qualidade microbiológica das fórmulas enterais e da água de um hospital de Fortaleza – Ceará.** RASBRAN - Revista da Associação Brasileira de Nutrição, São Paulo, ano 7, n. 2, p. 38-42, 2016.

SERPA, L.F.; KIMURA, M.; FAINTUCH, J.; CECONELLO, I. Efeitos da administração contínua versus intermitente da nutrição enteral em pacientes críticos. Revista do Hospital das Clínicas, São Paulo, v. 58, n.1, 2003.

SHINOHARA, N.K.S. **Salmonella spp., Importante agente patogênico veiculado em alimentos.** Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 13, n. 5, 2008.

VASCONCELOS C., FORNARI J., ARÇARI D., BERNABE A., LEONARDO M., FERRAZ R. **Comparação entre dieta industrializada e dieta caseira em relação aos custos e contaminações microbiológicas.** Saúde em foco, v. 07, p. 41-44, 2013.

## APLICAÇÃO DA ESCALA DO IDEAL NA AVALIAÇÃO SENSORIAL COMPARATIVA DE CAMELOS TIPO TOFFEE

### **Bianca Cristina Trentin**

Universidade Estadual do Centro Oeste  
Guarapuava -PR

### **Alexandra Ramos Matuszak**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Pato Branco - PR

### **Carolina Deina**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Pato Branco - PR

### **Carla Adriana Pizarro Schmidt**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – PR

**RESUMO:** Atualmente as empresas buscam constantemente se destacarem dentro de um cenário cada vez mais competitivo, para isso se tem a necessidade de conhecer seus consumidores em busca de atender suas expectativas. Com objetivo de identificar a situação dos caramelos tipo toffee com base na expectativa dos consumidores do produto e indicar possíveis melhorias para o mesmo, foi realizado uma análise sensorial com três amostras de caramelos, utilizando a Escala do Ideal. A degustação foi realizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná por 83 consumidores, que avaliaram seis atributos e ao final uma avaliação global para cada amostra. Na análise dos dados foi identificado

uma grande segregação de provadores o que indicou muita discordância entre os mesmo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise Sensorial; Consumidores; Escala do Ideal.

**ABSTRACT:** Currently the companies are constatly looking to stand out in na increasigly scenario, for this they have the necessity to know yours costumers to meet your expectations. With the objective to identify the situation of caramel toffee based on costumers expectations and indicate possible improvements, was performed a sensorial analysis with three diferente caramel toffee kinds using ideal scale. The tasting was carried out with 83 costumers at Universidade Tecnológica Federal do Paraná, who evaluated six attributes and in the end a overall assessment for each example. In the data analysis was identified a large taste segregation what indicated a great deal of disagreement.

**KEY-WORDS:** Sensorial Analysis; Costumers; Ideal Scale.

### 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente vivemos em um cenário de grande competitividade entre as empresa que buscam conquistar consumidores cada vez mais exigentes. Para que a empresa consiga sobressair entre suas concorrentes, deve-se



buscar conhecer seu consumidor, suas preferências e expectativas sobre o produto.

Uma das formas que a empresa pode utilizar para conhecer seus consumidores, se seus produtos necessitam de melhorias, pode-se utilizar a análise sensorial.

A análise sensorial tem grande utilidade na busca por informações de um produto em relação ao que as pessoas sentem na utilização ou consumo do mesmo, ou seja, é uma ferramenta que indica a aceitação pelo consumidor de um produto em particular (CHIARI, 2012).

De acordo com Guerra (2012), a análise sensorial possibilita qualificar as percepções humanas em relação ao um produto e descobrir quais atributos devem ou não estar presentes e em qual intensidade.

O conhecimento do mercado consumidor, suas preferências e restrições é capaz de trazer um conhecimento fundamental para busca por melhoria na qualidade dos produtos de uma empresa, de uma forma relativamente simples pois os direcionamentos das mudanças ao final do estudo ficam claramente identificados.

No presente estudo o produto que foi avaliado na análise sensorial foram três sabores comerciais de caramelos tipo toffee de uma mesma marca com diferentes flavors.

Conforme a legislação, balas ou caramelos são constituídas basicamente por açúcares fundidos, podendo conter adição de outros ingredientes, sendo de consistência dura ou semi dura, com recheio, cobertura e formato variados. É possível classifica-las como bala dura, mastigável, gelatina e goma (BRASIL,2005).

A pesquisa teve com objeto avaliar três sabores de caramelos tipo toffee com base nas expectativas dos consumidores, afim de dar direcionamentos de possíveis melhorias para os produtos, utilizando escala do ideal.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente o projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no 32381414.9.0000.5547. Na sequência foi realizada a análise sensorial das três amostras em estudo, utilizando a escala do ideal.

Nesta escala foi utilizado cinco pontos (1= Muito menos que o ideal; 2= Menos que o ideal; 3= Ideal; 4= Mais que o ideal; 5= Muito mais que o ideal). Os atributos avaliados foram cor, brilho, odor, aparência, sabor, textura e ao final a avaliação global de cada amostra.

A análise sensorial foi aplicada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no campus Medianeira-PR, e contou com 83 provadores não treinados e selecionados ao acaso, que foram instruídos a experimentarem as três amostras que estavam codificadas com três dígitos aleatórios e responderem o questionário.

A amostras foram servidas a temperatura ambiente em recipientes descartáveis, sendo a amostra A- Mesclada, B- Chocolate, C- Chocolate branco.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos softwares Consensor e Assistat 7.7.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliados os atributos (cor, brilho, sabor, odor, aparência e textura) com a escala do ideal, foram construídos histogramas de cada atributo (Figura 1).

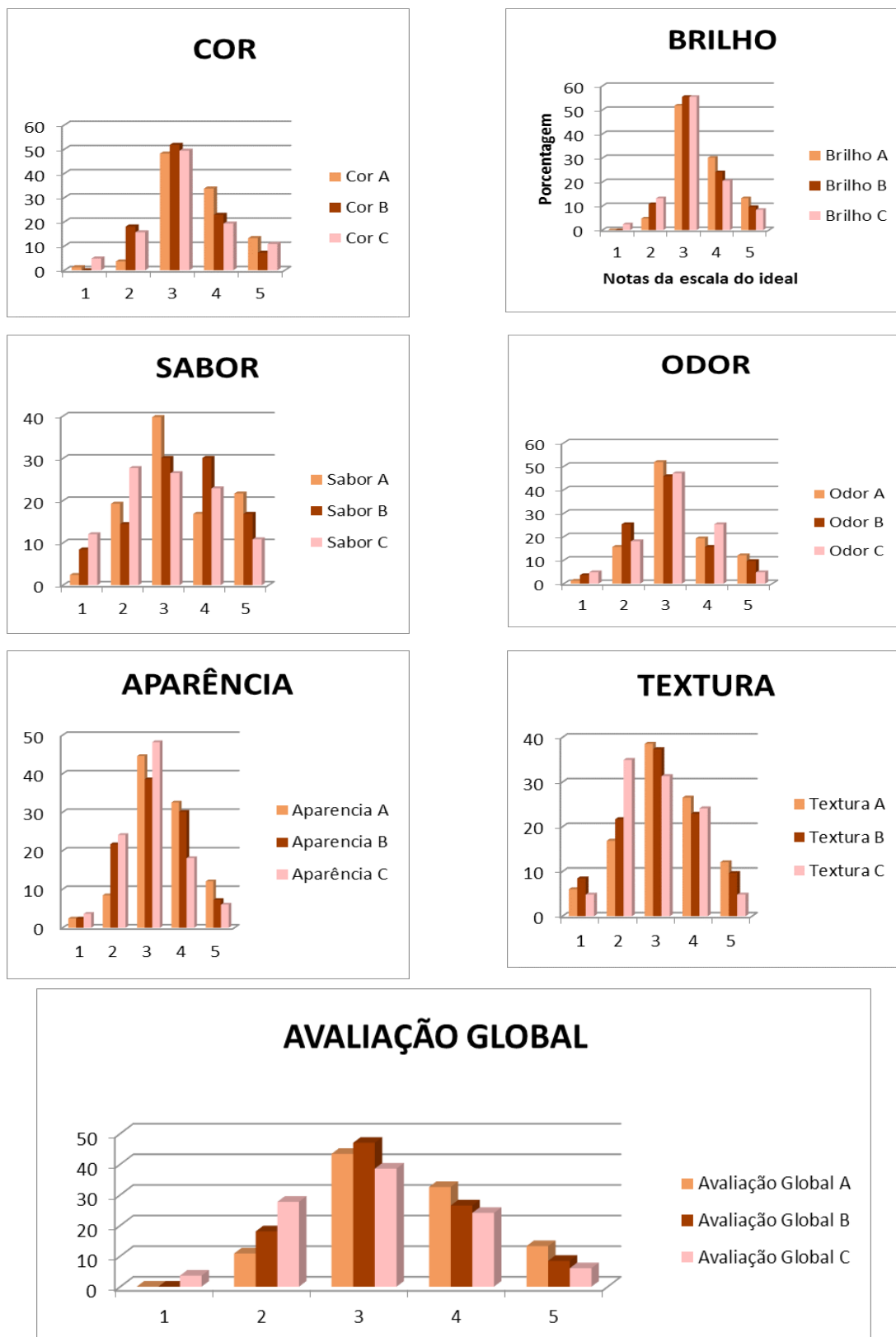


Figura 1 – Gráficos dos atributos avaliados com a Escala do Ideal.

Fonte – Autores, 2016.

Na figura 1 estão os gráficos, onde notou-se que a amostra A se destacou das demais nos atributos sabor, odor e textura, a amostra B se destacou-se na cor e igualou-se com o atributo brilho da amostra C, por fim a amostra C só se destacou das demais no quesito aparência.

Em relação a avaliação global nenhuma das amostras obteve uma aceitação superior a 50% (Figura 1), segundo Minim (2006), para que um produto seja sensorialmente adequado ao público alvo se espera que ele obtenha no mínimo 50% de aceitação. Os valores baixos foram ocasionados pela segregação de provadores o que indicou muita discordância entre eles, verificado também pelos valores percentuais do Coeficiente de Concordância CC(%) disponíveis na Tabela 1.

Para os atributos cor, brilho, aparência, sabor e avaliação global, em média a bala C ficou mais próxima de 3 (ideal), enquanto que, para odor e textura foi a bala B que mais se aproximou, cabe destacar que a concordância foi baixa na maior parte das análises, ilustrando a diversidade de opinião dos provadores. Só não se observou diferença estatística ao nível de 5% entre as balas para a média obtida no atributo odor (Tabela 1).

Atributos	A (Mescada)			B (Chocolate preto)			C (Chocolate branco)		
	Média	Desv. Pad	CC(%)	Média	Desv. Pad	CC(%)	Média	Desv. Pad	CC(%)
Cor	3.54 a	0.82	45.43%	3.19 b	0.82	44.54%	3.16 b	0.98	38.7%
Brilho	3.52 a	0.79	47.3%	3.33 ab	0.80	48.25%	3.19 b	0.86	46.69%
Odor	3.25 a	0.91	42.54%	3.02 a	0.98	36.87%	3.07 a	0.91	39.07%
Aparência	3.43 a	0.90	39.81%	3.18 ab	0.94	33.95%	2.99 b	0.90	39.99%
Sabor	3.36 a	1.1	28.86%	3.33 a	1.17	21.77%	2.93 b	1.2	17.93%
Textura	3.22 a	1.06	28.61%	3.04 ab	1.09	26.3%	2.89 b	0.99	32.19%
Av. Global	3.48 a	0.86	39.26%	3.25 ab	0.85	40.44%	3.01 b	0.96	33.25%

Tabela 1 – Resultados estatísticos dos atributos das balas avaliados pela escala do ideal.

A bala B, quando analisada estatisticamente para os atributos avaliados apresentou um comportamento intermediário na maioria dos atributos em relação as outras duas, diferindo apenas em sabor da bala C e em cor da bala A.

Observou-se que a bala A foi estatisticamente superior à bala C em todos os atributos avaliados. A bala B não diferiu da bala C para os atributos de cor, odor, aparência e textura (Tabela 1). Os coeficientes de variação calculados para bala C foram muito elevados principalmente para sabor e textura, indicando diversidade de opinião entre os provadores.

#### 4 | CONCLUSÃO

Avaliação sensorial mostrou que poucos atributos avaliados nas três amostras conseguiram atingiram uma aceitação de 50%. Na avaliação global nenhum caramelo avaliado atingiu a aceitabilidade.

Isso pode ser atribuído a alta discordância entre os provadores, mas sem desconsiderar que os produtos merecem uma atenção maior por parte dos produtos.

Uma avaliação sensorial por meio de outras escalas pode auxiliar na melhor compreensão da opinião mais completa dos provadores em relação aos produtos e assim obter um direcionamento a seguir para alcançar a aceitação por parte dos consumidores.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** – Anvisa. Resolução RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para balas, bombons e gomas de mascar. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set. 2005.

CHIARI, Bruna Galdorfini, (2012). **Cosmetics' Quality Control**. Disponível em: <<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/41063.pdf>> Acesso em: 03 de jun. 2016.

GUERRA, Elaine Cristine, (2012). **Proposta e análise de uma metodologia para avaliação do desempenho técnico de perfumes**. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000293076&fd=y>>. Acesso em 03 de jun. 2016.

MININ, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com consumidores**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 225p. Viçosa, 2006.

## APLICAÇÃO DA PROTEÍNA DE FARELO DE ARROZ OBTIDA POR EXTRAÇÃO ASSISTIDA POR ULTRASSOM EM SUCO DE CAJU

### **Sílvia Bernardi**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós-graduação em Tecnologia  
de Alimentos, Departamento de Alimentos,  
Medianeira – PR

### **Anne Luize Lupatini**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós-graduação em Tecnologia  
de Alimentos, Departamento de Alimentos,  
Medianeira – PR

### **Daneysa Lahis Kalschne**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Central Analítica Multiusuário de Medianeira,  
Departamento de Química, Medianeira – PR

### **Renata Hernandez Barros Fuchs**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Departamento de Alimentos, Campo Mourão – PR

### **Eliane Colla**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós-graduação em Tecnologia  
de Alimentos, Departamento de Alimentos,  
Medianeira – PR

### **Cristiane Canan**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Programa de Pós-graduação em Tecnologia  
de Alimentos, Departamento de Alimentos,  
Medianeira – PR

apresentar adequado percentual proteico. Entretanto, sua aplicação em alimentos ainda é pouca estudada. Neste contexto, este estudo visou a avaliação sensorial do concentrado proteico de farelo de arroz (CPFA), obtido por extração alcalina (pH 10) associada ao tratamento ultrassônico (37 kHz, 100% amplitude da potência, 30 min, 30 °C), quando aplicado em suco de caju. Formulações de suco de caju adoçado contendo 0,1%; 0,3% e 0,5% de CPFA foram ordenadas de acordo com a preferência por 60 provadores não treinados. Conforme os resultados, verificou-se que não houve diferença significativa entre as amostras ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Friedman. Em função deste resultado, um teste de aceitação foi aplicado a 64 provadores não treinados, avaliando o suco de caju adoçado adicionado de 0,5% de CPFA e a controle, sem adição do concentrado proteico. Pelo teste F (ANOVA), constatou-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras nos atributos cor, sabor, aroma e impressão global. Este estudo reforça a importância das propriedades da proteína do farelo do arroz e comprova a necessidade de novos trabalhos avaliando a aplicação dessa em alimentos, uma vez que a sua aplicação em suco de caju obteve médias sensoriais que mostravam indiferença em termos da aceitação da cor, aroma, sabor e impressão global.

**PALAVRAS-CHAVES:** Bebidas; Subproduto;

**RESUMO:** Farelo de arroz é um subproduto oriundo do processamento do arroz com excelente qualidade nutricional, além de

**ABSTRACT:** Rice bran is a by-product derived from rice processing with excellent nutritional quality and adequate levels of protein. However, its application in food is still little studied. In this context, this study aimed to evaluate the sensorial perception of the rice bran protein concentrate (CPFA), obtained by alkaline extraction (pH 10) associated to the ultrasonic treatment (37 kHz, 100% power amplitude, 30 min, 30 °C), when applied in cashew juice. Formulations of sweetened cashew juice containing 0.1%, 0.3% and 0.5% of CPFA were ranked according to their preference by 60 untrained assessors. According to the results, it was verified that there was no significant difference between the samples ( $p > 0.05$ ) by the Friedman test. Thus, an acceptance test was applied to 64 untrained assessors, evaluating sweetened cashew juice added with 0.5% CPFA and control, without addition of protein concentrate. By the F test (ANOVA), it was verified that there was a significant difference ( $p < 0.05$ ) between the samples regarding attributes of color, flavor, aroma and overall impression. This study reinforces the importance of rice bran protein properties and confirms the necessity of new studies evaluating its application in food, since its application in cashew juice obtained indifferent sensory means in terms of color, aroma, flavor and overall impression acceptance.

**KEYWORDS:** Beverage; By-product; Rice proteins; Sensory analysis; Acceptance.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo a FAO (2017), a previsão global de produção de arroz safra 2016/2017 é de 756,7 milhões de toneladas (502,2 milhões toneladas, base beneficiado). Do beneficiamento do arroz resulta o farelo que representa de 8% a 11% do peso total do grão (Parrado et al., 2006), ou seja, é um subproduto produzido em larga escala. Para este período estima-se a nível mundial a geração de 60,5 a 83,2 milhões de toneladas de farelo.

O farelo de arroz é utilizado somente para extração de óleo e o resíduo utilizado como ingrediente para elaboração de ração (SILVA, SANCHES, & AMANTE, 2006). Apresenta aspecto farináceo, fibroso e suave ao tato (LAKKAKULA et al., 2004). Constituído de pericarpo, aleurona e germe apresenta elevado teor de proteínas, em torno de 15% (ZHANG et al., 2012; SOUZA et al., 2015), chegando a 17% (GUPTA, CHANDI, & SOGI, 2008). Desta forma, considera-se o farelo de arroz de grande importância nutricional (ZHANG et al., 2012; SOUZA et al., 2015).

A proteína do arroz tem característica hipocolesterolêmica (CHRASIL, 1992), hipoalergênica e seu perfil de aminoácidos a torna ingrediente apropriado para diversas formulações de alimentos, principalmente os infantis (WANG et al., 1999; HAN; CHEE; CHO, 2015). Embora a fração proteica do arroz seja quantitativamente pequena, apresenta adequada qualidade nutricional para o metabolismo humano e está entre as proteínas mais nobres provenientes dos cereais (WANG et al., 1999). Os valores

do coeficiente de eficiência proteica relatados para a proteína do farelo geralmente variam de 1,6 a 1,9, comparados a um valor de 2,5 da caseína. A digestibilidade da proteína no farelo de arroz é de aproximadamente 73% (SAUNDERS, 1990).

A baixa aplicação das proteínas do farelo de arroz como ingrediente alimentar se deve a dificuldade em separá-las por possuírem diferentes graus de hidrogênio, ligações dissulfetos que mantêm unidos seus polipeptídeos e diferentes graus de hidrofobicidade (ROMERO, 2015). Por isso, a extração alcalina é tradicionalmente utilizada para obter concentrados proteicos de farelo de arroz (XIA et al., 2012; SOUZA et al., 2015), seguida do ajuste do pH no ponto isoelétrico para a precipitação das proteínas (CHANDI; SOGI, 2007).

O método físico, utilizando ultrassom, é uma alternativa para reduzir o tempo de extração das proteínas do farelo de arroz (CHITTAPALO; NOOMHORM, 2009). Em frequências na ordem de kHz, pode ocorrer com maior intensidade a formação, o crescimento e o colapso de microbolhas no centro de uma solução aquosa, resultando em rompimento celular que pode gerar a transferência de massa para o meio, este fenômeno é também chamado de cavitação (SANTOS; LODEIRO; CAPELO-MARTÍNEZ, 2009; LEONG; ASHOKKUMAR; KENTISH, 2011).

O ultrassom é uma tecnologia limpa e consideravelmente nova em alimentos. Nos últimos 100 anos, sua aplicação esteve concentrada principalmente nas áreas naval, médica e química. A Extração Assistida por Ultrassom (EAU) para diferentes materiais de origem vegetal tem sido estudada desde 1950 e apenas recentemente surgiram pesquisas aprofundadas relacionando seu uso na ciência dos alimentos (VILKHU et al., 2011).

As evidências do elevado valor nutricional do farelo tornam suas proteínas um assunto de grande importância nos trabalhos científicos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características sensoriais de suco de caju adoçado adicionado de concentrado proteico de farelo de arroz (CPFA), obtido por extração alcalina associada ao tratamento ultrassônico.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material

O farelo de arroz desengordurado (FAD) na forma peletizada, foi fornecido pela Indústria Riograndense de Óleos Vegetais (IRGOVEL - Pelotas/RS) - safra 2013/2014; anteriormente à realização do estudo de extração de proteínas, o FAD foi moído em moinho de facas (Solab, SL 31, Tipo Willye, Brasil) com granulometria média de 70 *mesh*, embalado em sacos de polietileno e armazenado a -20 °C. Os demais reagentes químicos utilizados foram obtidos comercialmente de fontes distintas.



## 2.2 Obtenção Do CPFA

O CPFA foi obtido com base na patente de Hyun-Jun et al. (2009) com modificações, onde 30 g de FAD foram suspensos em 170 mL de água ultrapura (MS 2000, Gehaka, Brasil) e o pH ajustado para 10 com solução NaOH 2 mol.L<sup>-1</sup>. A dispersão foi submetida à sonicação em banho de ultrassom (Elmasonic, P60H, Alemanha) a 30 °C, em frequência 37 kHz, por 30 min e 100% de amplitude da potência. Após, foi centrifugada a 11979 g por 15 min (25 °C) (Rotina 420 R, Hettich Zentrifugen, Alemanha), sendo o precipitado descartado. O sobrenadante teve seu pH ajustado para 4,5 com HCl 3 mol.L<sup>-1</sup>, considerado o ponto isoelétrico das proteínas do arroz (GUPTA; CHANDI; SOGI, 2008). A solução foi deixada em repouso *over night* para precipitação a frio (10 °C), seguida de centrifugação a 11979 g por 15 min (25 °C); o precipitado foi lavado 3 vezes com água ultrapura, armazenado e centrifugado novamente. Para neutralização, ajustou-se o pH para 7, com NaOH 2 mol.L<sup>-1</sup>. Posteriormente, as amostras foram congeladas a -18 °C e liofilizadas (Labconco, FreeZone 6, EUA) em pressão absoluta menor que 0,5 mBar, temperatura de aquecimento de 40 °C por 24 h.

## 2.3 Composição Centesimal Do CPFA

A composição centesimal do FAD e do CPFA foi avaliada conforme a AOAC (2005). O percentual de nitrogênio foi determinado pelo método micro-Kjeldahl, utilizando o fator de conversão de nitrogênio em proteínas de 5,95. Os carboidratos totais foram quantificados por diferença.

## 2.4 Avaliação Sensorial De Suco De Caju Preparado Com CPFA

Os procedimentos sensoriais deste estudo foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética do Centro Educacional Integrado Ltda. (CEI), sob o Parecer n. 732.996, aplicados em cabines individuais com iluminação fluorescente branca, no Laboratório de Análise Sensorial da UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, em temperatura ambiente (25 °C).

Aplicou-se um teste de ordenação de preferência (ISO, 2006) para determinar o teor máximo de CPFA a ser adicionado em suco de caju pronto para beber. Cerca de 30 mL de cada amostra foram apresentadas ao mesmo tempo em ordem casualizada e balanceada, em copos descartáveis, codificados com dígitos aleatórios. Sessenta provadores (60) não treinados ordenaram as amostras de acordo com sua preferência global (1: menos preferida; 3: mais preferida). Três formulações foram preparadas contendo 80% de água mineral, 14% de suco de caju concentrado (Maguary, Brasil) adquirido no comércio local da cidade de Medianeira/PR e 5,5% de açúcar, e adicionadas de 0,1%, 0,3% e 0,5 % de CPFA.

Após a determinação do teor do CPFA a ser adicionado ao suco de caju pelo teste de ordenação de preferência, as formulações teste (com CPFA) e controle (sem

CPFA) foram submetidas ao teste de aceitação (STONE; SIDEL, 2003), utilizando escala hedônica de 9 pontos (9: gostei extremamente; 1: desgostei extremamente) com 64 provadores não treinados, avaliando os atributos: cor, sabor, aroma e impressão global. Cerca de 30 mL de cada amostra, servidas em copos descartáveis previamente codificados com três dígitos aleatórios, foram apresentadas de forma casualizada, monádica e sequencial aos provadores.

Em ambas as análises, antes de provar cada amostra, os avaliadores foram orientados a beber água mineral (25 °C). As fichas de avaliação sensorial são apresentadas nos Anexos 1 e 2.

## 2.5 Análise Estatística

Na análise sensorial, para o Teste de Ordenação de Preferência a significância estatística foi verificada pelo teste de Friedman (CHRISTENSEN et al, 2006) e para o Teste de Aceitação, aplicou-se o teste F (ANOVA), sendo considerado significativamente diferente quando  $p < 0,05$ .

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Composição Centesimal

Devido às diretrizes e políticas governamentais em todo o mundo para combater a desnutrição energética de proteínas, a fortificação proteica de alimentos é atualmente de grande interesse, principalmente em países em desenvolvimento em que muitas vezes a desnutrição proteico-calórica é um problema sério e generalizado. A proteína é o ingrediente chave de muitos alimentos por contribuir com o valor nutricional, sabor e outras propriedades funcionais importantes para o sistema alimentar (YADAV, YADAV e CHAUDHARY, 2011).

Os resultados da composição centesimal do FAD empregado neste trabalho para a extração de proteínas e do CPFA obtido por extração alcalina associada ao tratamento ultrassônico estão apresentados na Tabela 1, sendo que a composição centesimal do CPFA obtido foi também comparada a de outros autores. Resultados similares aos da composição do FAD deste trabalho foram encontrados por Yadav, Yadav e Chaudhary (2011). Contudo, os resultados obtidos para o CPFA apresentou algumas diferenças nos percentuais de proteínas ( $37,6 \pm 0,05\%$ ), lipídios ( $1,4 \pm 0,02\%$ ) a carboidratos ( $47,1 \pm 0,32\%$ ), o que possivelmente ocorreu devido às diferenças na variedade da matriz e/ou principalmente pelo diferencial utilizado no método de extração (pH 11, 60 min de agitação, 60 °C), uma vez que o trabalho citado não utilizou ultrassom para a extração das proteínas do farelo de arroz. Os autores empregaram o concentrado proteico do farelo de arroz em biscoitos, e observaram que foi possível adicionar até 10% de concentrado proteico sem afetar negativamente a qualidade sensorial, sendo importante ressaltar que o teor de proteínas nos biscoitos aumentou significativamente.

Em trabalho recente, Han, Chee e Cho (2015) obtiveram um concentrado proteico com teor de proteínas próximo ao obtido neste trabalho (Tabela 1) e ainda, observaram que o concentrado proteico obtido apresentou adequada composição de aminoácidos para o metabolismo humano, ou seja, com digestibilidade superior a 90%.

	Farelo de Arroz	Concentrado Proteico do Farelo de Arroz	Concentrado Proteico do Farelo de Arroz <sup>1</sup>	Concentrado Proteico do Farelo de Arroz <sup>2</sup>
Proteína (%)	14,89 ± 0,29	81,43 ± 0,29	37,6 ± 0,05	74,93
Umidade (%)	11,09 ± 0,12	3,93 ± 0,02	5,6 ± 0,02	-
Lipídeos (%)	1,67 ± 0,04	9,03 ± 0,38	1,4 ± 0,02	3,61
Cinzas (%)	11,31 ± 0,64	5,49 ± 0,37	6,5 ± 0,04	14,28
Carboidratos totais (%)	61,03	ND	47,1 ± 0,32	-

Tabela 1 - Composição química do farelo de arroz desengordurado e do concentrado proteico do farelo de arroz

Média ± desvio padrão (n = 3). Base úmida. ND: não detectado.

<sup>1</sup> Yadav, Yadav e Chaudhary (2011).

<sup>2</sup> Han, Chee e Cho (2015)

Por extração com auxílio de ultrassom, Chittapalo e Noomhorm (2009) conseguiram obter um CPFA com teor proteico de 76,09%, também inferior ao obtido neste estudo.

O alto teor de lipídios encontrado neste estudo (9,03 ± 0,38%) pode contribuir negativamente em algumas propriedades funcionais das proteínas, tal como a estabilidade de espuma (CANO-MEDINA et al., 2011). O conteúdo de cinzas do CPFA (5,49 ± 0,37%) pode estar relacionado a quantidade de cloreto de sódio formado durante a neutralização do CPFA com NaOH 2 mol.L<sup>-1</sup> (KAEWKA; THERAKULKAIT; CADWALLADER, 2009).

### 3.2. Avaliação Sensorial De Suco De Caju Preparado Com CPFA

O painel de avaliadores não treinados foi composto por estudantes e colaboradores da universidade, com idade entre 20 e 40 anos, sendo 58% mulheres e 42% homens.

A preferência das formulações de suco de caju acrescidas de diferentes percentuais de CPFA (0,1%, 0,3% e 0,5%), avaliadas da menos preferida (1) para a mais preferida (3) mostrou que a soma das ordens de cada amostra não diferiram significativamente entre si (p > 0,05). Por esse motivo, para a próxima etapa optou-se em usar a formulação com maior concentração de CPFA (0,5%), tendo como referência a legislação brasileira de complementação dos padrões de identidade e qualidade para bebida composta, que estabelece para o extrato de soja em pó um equivalente a 0,5% proteína de soja (BRASIL, 2013). Na rotulagem nutricional do suco de caju utilizado neste estudo o teor de proteínas é referido como “Não contém quantidades

significativas de proteínas”, desta forma podemos justificar novamente que a adição de proteínas a um produto como este é relevante.

A aceitação da fórmula de suco de caju enriquecido com 0,5% de CPFA e da amostra Controle é apresentada na Tabela 2. Os avaliadores não treinados analisaram cada atributo, variando de “desgostei extremamente (1) até gostei extremamente (9)”.

Atributos	F-0,5%	Controle
Cor	5,28 <sup>a</sup>	7,58 <sup>b</sup>
Sabor	5,56 <sup>a</sup>	7,13 <sup>b</sup>
Aroma	5,72 <sup>a</sup>	7,20 <sup>b</sup>
Impressão global	5,88 <sup>a</sup>	7,48 <sup>b</sup>

Tabela 2 – Valores médios da aceitação dos atributos do suco de caju pelos avaliadores não treinados

\*Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $p > 0,05$ ) (n=64 avaliadores); F-0,5%: Fórmula de suco de caju adoçado e acrescido de 0,5% de CPFA.

Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre F-0,5% e a amostra Controle em todos os atributos. Os avaliadores gostaram moderadamente do Controle, mas foram indiferentes a F-0,5%. O pH ácido do suco de caju (3,64) está próximo ao ponto isoelétrico das proteínas do arroz (pH 4,5) (GUPTA; CHANDI; SOGI, 2008), fazendo com que não ocorresse total solubilização do CPFA e levando a precipitação do mesmo. Essa característica também é observada em sucos comerciais adicionados de concentrados proteicos de soja. Pelos valores atribuídos ao quesito sabor, é possível afirmar que o CPFA é um ingrediente promissor para a tecnologia dos alimentos. Por sua vez, a proteína do farelo de arroz tem um aroma característico, devido à presença de aminoácidos livres, pequenos peptídeos, sal e vários aromas compostos (KAEWKA; THERAKULKAIT; CADWALLADER, 2009). Avaliando a impressão global das amostras, o comportamento dos avaliadores sobre a F-0,5% sugere valores próximos a “gostei ligeiramente” (5,88), mostrando que há potencial para a aplicação do CPFA como ingrediente, sendo necessárias pesquisas para avaliar seu desempenho sensorial em outras formulações alimentares. Este valor está de acordo ao obtido por Faccin et al. (2009) ao avaliar sensorialmente uma bebida preparada com extrato aquoso de farelo de arroz orgânico. Kaewka, Therakulkait e Cadwallader (2009) obtiveram hidrolisados proteicos de farelo de arroz secos em *spray dryer* e os submeteram de forma pura, pó e líquido, a um painel de provadores treinados que detectaram aromas adocicados, com *flavor* semelhante a biscoito (pó), e notas salgadas e terrosas (líquido).

#### 4 | CONCLUSÃO

Sendo um abrangente subproduto decorrente da indústria arroseira, o farelo de arroz pode ser considerado um importante ingrediente alimentar, com potencial

nutricional e tecnológico. Com diversos estudos relatando os benefícios das proteínas de farelo de arroz, as mesmas podem ser consideradas uma fonte alternativa de proteínas. A performance sensorial do suco de caju adicionado com 0,5% de CPFA apresentou resultados promissores, como também comprovou a necessidade em aprimorar os estudos de aplicação desta proteína em diferentes tipos de alimentos, com o intuito de melhorar sua aceitação.

## REFERÊNCIAS

AOAC - **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Maryland, United States: Association of Analytical Communities, 18th ed., 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 19. Diário Oficial da União. Brasília, 19 jun. 2013.

CANO-MEDINA, A.; JIMÉNEZ-ISLAS, H.; DENDOOVEN, L.; HERRERA, R.P.; GONZÁLEZ-ALATORRE, G.; ESCAMILLA-SILVA, E.M. Emulsifying and foaming capacity and emulsion and foam stability of sesame protein concentrates. **Food Research International**, v. 44, p. 684–692, 2011.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran protein concentrates. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 592–597, 2007.

CHITTAPALO, T.; NOOMHORM, A. Ultrasonic assisted alkali extraction of protein from defatted rice bran and properties of the protein concentrates. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p. 1843–1849, 2009.

CHRASIL, J. Correlations between the physicochemical and functional properties of rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, p. 1683–1689, 1992.

CHRISTENSEN, Z. T.; OGDEN, L. V.; DUNN, M. L.; EGGETT, D. L. Multiple Comparison Procedures for Analysis of Ranked Data. **Journal of Food Science**, v. 71, p. 132–143, 2006.

FAO (2017). Food and Agriculture Organization. **Rice Market Monitor**, volume XX, Issue No. 4. Disponível em <http://www.fao.org/economic/est/publications/rice-publications/rice-market-monitor-rmm/en/>. Acesso em 20 de janeiro de 2018.

GUPTA, S.; CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Effect of extraction temperature on functional properties of rice bran protein concentrates. **International Journal of Food Engineering**, v. 4, n. 2, 2008.

HAN, S.-W.; CHEE, K.-M.; CHO, S.-J. Nutritional quality of rice bran protein in comparison to animal and vegetable protein. **Food Chemistry**, v. 172, p. 766–769, 2015.

HYUN-JUN, P.; SUNG-WOOK, H.; DONG-YUN, L.; HONG-KI, K.; HYUN-CHUL, J.; HYUN-HO, P.; SANG-HOON, S. A method for preparing protein concentrate from rice bran. **Patents WO 2009035186 A1**, 2009.

ISO (2006). **Sensory analysis. Methodology**. Ranking (ISO 8587). Geneva (Switzerland):

International Organization for Standardization.

KAEWKA, K.; THERAKULKAIT, C.; CADWALLADER, C.R. Effect of preparation conditions on composition and sensory aroma characteristics of acid hydrolyzed rice bran protein concentrate. **Journal of Cereal Science**, v. 50, p. 56–60, 2009.

LAKKAKULA, N.R., LIMA, M.H., & WALKER, T. Rice bran stabilization and rice bran oil extraction using ohmic heating. **Bioresource Technology**, v. 92, p. 157–161, 2004.

LEONG, T.; ASHOKKUMAR, M.; KENTISH, S. The fundamentals of power ultrasound – a review. **Acoustics Australia**, v. 39, p. 54–63, 2011.

ROMERO, M. V. Rice proteins. In: Applied Food Protein Chemistry. Ustunol, Z., 2015. Wiley Blackwell: USA, p.305–322.

SANTOS, H. M.; LODEIRO, C.; CAPELO-MARTÍNEZ, J-L. **Ultrasound in Chemistry: Analytical Applications**. Wiley-VCH: Germany, 2008.

SAUNDERS, R.M. The properties of rice bran as a food stuff. **Cereal Foods World**, v.35, n. 7, p. 632-636, 1990.

SILVA, M.A., SANCHES, C., & AMANTE, E.R. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. **Journal of Food Engineering**, v. 75, p. 487–491, 2006.

SOUZA, D.; SBARDELOTTO, A. F.; ZIEGLER, D. R.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C. Characterization of rice starch and protein obtained by a fast alkaline extraction method. **Food Chemistry**, v. 191, p. 36–44, 2015.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. Academic Press: New York, 2003.

WANG, M.; HETTIARACHCHY, N. S.; QI, M.; BURKS, W.; SIEBENMOGEN, T. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 411–416, 1999.

VILKHU, K.; MANASSEH, R.; MAWSON, R.; ASHOKKUMAR, M. Ultrasonic recovery and modification of food ingredients. In: **Ultrasound technologies for food and bioprocessing**. Feng, H.; Barbosa-Cánovas, G. V; Weiss, J. 2011, Springer: USA, p.1-105.

XIA, N.; WANG, J.-M.; GONG, Q.; YANG, X.-Q.; YIN, S.-W.; QI, J.-R. Characterization and In Vitro digestibility of rice protein prepared by enzyme-assisted microfluidization: Comparison to alkaline extraction. **Journal of Cereal Science**, v. 6, p. 482-489, 2012.

YADAV, R.B.; YADAV, B.S.; CHAUDHARY, D. Extraction, characterization and utilization of rice bran protein concentrate for biscuit making. **British Food Journal**, v. 113, p. 1173-1182, 2011.

ZHANG, H.-J.; ZHANG, H.; WANG, L.; GUO, X.-N. Preparation and functional properties of rice bran proteins from heat-stabilized defatted rice bran. **Food Research International**, v. 47, p. 359–363, 2012.



## APLICAÇÃO DE BREADING EXTRUSADO DE FARELO DE ARROZ E BAGAÇO DE MANDIOCA NA PRODUÇÃO DE NUGGETS DE FRANGO

### **Mirian Alves Machado Debastiani**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Curso Superior de Tecnologia em Alimentos,  
Departamento de Tecnologia de Alimentos,  
Medianeira – PR

### **Daneysa Lahis Kalschne**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Central Analítica Multiusuário de Medianeira,  
Departamento Acadêmico de Química,  
Medianeira – PR

### **Rosana Aparecida da Silva-Buzanello**

Universidade Estadual de Londrina, Pós-  
graduação em Ciência de Alimentos, Centro de  
Ciências Agrárias, Londrina – PR

### **Paulo Rodrigo Stival Bittencourt**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Laboratório de Análise Térmica e Espectroscopia  
de Combustíveis e Materiais, Departamento  
Acadêmico de Química, Medianeira – PR

### **Cristiane Canan**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos,  
Departamento Acadêmico de Alimentos,  
Medianeira – PR.

### **Marinês Paula Corso**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos,  
Departamento Acadêmico de Alimentos,  
Medianeira – PR.

E-mail para contato: corso@utfpr.edu.br

**RESUMO:** O aprimoramento do processo de empanamento de produtos cárneos tem sido um desafio para os profissionais da indústria, especialmente quanto à seleção e composição do sistema de cobertura, responsável por características de qualidade dos produtos. O presente estudo objetivou produzir farinhas de cobertura (*breadings*) sem glúten a partir de farelos de arroz e de bagaço de mandioca e avaliar seu efeito no empanamento de *nuggets* de frango, comparando-as com um *breeding* comercial. Os *breadings*, produzidos por extrusão, continham as proporções percentuais de farinha de milho/farelo de bagaço de mandioca/farelo de arroz de 50/25/25 (amostra A) e 70/15/15 (amostra B). Menor índice de absorção de óleo, valor calórico e luminosidade e maior teor de umidade e índice de absorção de água foram obtidos para os *breadings* produzidos em comparação ao comercial (C). *Nuggets* empanados com *breadings* A e B se assemelharam na composição química e diferiram da amostra C. O aumento da proporção de farelos resultou na redução da força de cisalhamento dos *nuggets*, contudo, não afetou na aceitação sensorial do produto em relação a crocância e o sabor. O escurecimento também foi observado em *nuggets* empanados A e B, sendo mais intenso no A, o que contribuiu para a maior rejeição desta amostra para o atributo



cor. *Nuggets* empanados com o *breeding* B (30% de farelos) apresentam aceitação global e intenção de compra similares às aquelas empanadas com o *breeding* comercial, com percentuais de aprovação acima de 80 e 72% respectivamente, podendo ser uma alternativa viável para o aproveitamento destes subprodutos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Farinha de empanamento, Subprodutos, Extrusão, Empanados de frango.

**ABSTRACT:** The improvement of the *breeding* process of meat products has been a challenge for the professionals of the industry, especially to regarding to the selection and composition of the cover system, responsible for characteristics of quality of the products. The objective of this research was to produce breadings without gluten from rice bran and cassava bagasse bran and to evaluate its effect on chicken meat nuggets breaded, comparing to commercial *breeding*. The breadings were produced by extrusion with percentages ratios of corn flour/cassava bagasse bran/rice bran from 50/25/25 (A sample) and 70/15/15 (B sample). Lower oil absorption index, caloric value and lightness and higher moisture content and water absorption index were obtained in produced breadings in comparing to commercial. Breaded nuggets with breadings A and B had similar chemical composition and differed to C. Rice ratio increase resulted in the decrease of Warner-Bratzler shear force of nuggets. However, this characteristic did not affect the sensory acceptance of the product in relation to crispness and flavor. The browning also was observed in nuggets breaded A and B and was more intense in A, which contributed to the higher rejection of this samples to color attribute. Nuggets breaded with *breeding* B (30% of brans) showed global acceptance and purchase intention similar to nuggets breaded with commercial *breeding*, with approval percentages above to 80 and 72%, respectively, representing a viable alternative to use of these by-products.

**KEYWORDS:** *Breeding*, By-products, Extrusion, Breaded chicken meat.

## 1 | INTRODUÇÃO

Com um consumo mundial crescente, a carne de frango apresenta-se como uma das matérias-primas mais consumidas no Brasil, com um consumo *per capita* de 41,1 kg por ano. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de carne de frango (12,9 milhões de toneladas) e o maior exportador mundial (4,4 milhões de toneladas) (APBA, 2017). O processamento da carne de frango é uma alternativa para proporcionar maior valor agregado ao produto, além de apresentar vantagens econômicas.

Dentre os produtos cárneos industrializados, os empanados podem ser obtidos de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldado ou não, revestido de cobertura apropriada que o caracterize (BRASIL, 2001a). A farinha de empanamento ou *breeding* utilizada para a cobertura do produto empanado caracteriza-se como uma base cereal obtida geralmente por extrusão (GL, 2002). A extrusão é um processo de tratamento térmico do tipo HTST (*High Temperature Short*

*Time*) que modifica as matérias-primas por meio da combinação de calor, umidade e trabalho mecânico. Podem ser obtidos novos formatos e estruturas com diferentes características funcionais e nutricionais, sendo geralmente aplicada no processamento de cereais e proteínas destinados à alimentação humana (GUERREIRO, 2007; ASCHERI, 2009).

Na produção de *breadings*, o trigo é uma das principais matérias-primas utilizadas o que envolve algumas limitações, dentre as quais destaca-se a necessidade do Brasil em importar trigo para atender a demanda interna e a segurança alimentar, relacionada à pacientes celíacos, intolerantes ao glúten (sensibilidade ao glúten não-celíaca) ou alérgicos ao trigo que seguem dietas com restrição de glúten e/ou trigo (HIPPERT, 2015). Assim, o estudo sobre o uso de matérias-primas alternativas para elaboração de *breadings* tem sido encorajado, principalmente quando envolve o aproveitamento de subprodutos, minimizando assim o impacto ambiental e ao mesmo tempo, gerando recursos.

Dentre os subprodutos obtidos no Brasil e com vantagens potenciais para aplicação em alimentos, têm-se o farelo de arroz, obtido do polimento do arroz integral para a produção de arroz branco e apresenta fonte de vitaminas e minerais (CHAUD, ARRUDA, FELIPE, 2009) e o bagaço de mandioca, gerado durante a separação da fécula, constituído pelo material fibroso da raiz que contém parte do amido que não foi possível extrair no processo (LEONEL, 2001), representando uma fonte de fibra de boa qualidade e de interesse nutricional e de baixo valor comercial. Alguns estudos avaliaram o potencial destes subprodutos na alimentação humana mediante o desenvolvimento de tecnologias de aproveitamento de resíduos de maior valor agregado (LEONEL, 2001; CHAUD; ARRUDA; FELIPE, 2009; RODRIGUES; CALIARI; ASQUIERI, 2011; FIORDA et al., 2013; FEIX et al., 2017). Contudo, a avaliação das propriedades tecnológicas de *breadings* alternativos, bem como, a sua aceitação sensorial quando aplicado no empanamento de produtos cárneos são relevantes, uma vez que as características sensoriais dos empanados produzidos com estas farinhas podem diferir daquelas as quais os consumidores estão habituados em consumir.

O objetivo deste estudo foi produzir farinhas de cobertura (*breeding*) sem glúten utilizando farelo de arroz (*Oryza sativa*) e bagaço de mandioca (*Manihot esculenta*) e avaliar seu efeito no empanamento de *nuggets* de frango, comparando-as com um *breeding* comercial.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Para o desenvolvimento dos *nuggets* foram utilizados peitos de frango desossados resfriados, gordura hidrogenada, alho desidratado, tempero verde, pimenta branca,

cebola desidratada, sal e suco de limão adquiridos no mercado local da cidade de Medianeira/PR. A carne mecanicamente separada foi fornecida pela Unidade Industrial de Aves Lar de Matelândia/PR. Os demais aditivos e ingredientes utilizados (proteína isolada de soja, eritorbato e fosfato de sódio) foram fornecidos pela Ibrac/SP.

A farinha de empanamento foi desenvolvida a partir da utilização das matérias-primas farinha de milho, adquirida no mercado local da cidade de Medianeira/PR, farelo de arroz desengordurado peletizado fornecido pela empresa Frigovel/RS e bagaço de mandioca úmido oriundo do processo de extração de amido fornecido pela Unidade Industrial de Mandioca e Milho Lar de Missal/ PR.

Para as determinações físico-químicas foram utilizados reagentes de grau analítico.

## 2.2 Elaboração das Farinhas de Empanamento

O bagaço de mandioca foi previamente seco em estufa com circulação de ar (Eller, Modelo Unimatic E 1000) por 24 h a temperatura de 40 °C, atingindo a umidade aproximada de 10%. Em seguida, o bagaço de mandioca seco e o farelo de arroz foram moídos, separadamente, em moinho de facas (SOLAB, SL 31) e acondicionados em embalagens de polietileno em câmara fria (5 ± 2 °C) até o uso.

Duas formulações (A e B) de *breadings* foram elaboradas baseando-se nos resultados obtidos por Feix et al. (2017). O aumento das variáveis concentrações de farelo de arroz e mandioca foi proporcional à diminuição da proporção da farinha de milho, onde as formulações A e B continham as proporções percentuais de farinha de milho/farelo de arroz/farelo de mandioca de 50/25/25 e 70/15/15, respectivamente.

A umidade das matérias-primas foi determinada segundo metodologia da AOAC (2005). Posteriormente, a umidificação das matérias-primas foi realizada com água destilada pulverizada sobre a farinha que foi revolvida continuamente com auxílio de uma espátula. A quantidade de água a ser adicionada às farinhas foi calculada considerando-se a quantidade de farinha a ser extrusada e a umidade inicial das três matérias-primas, a fim de se obter a umidade final (Uf) na mistura de 40% (FEIX et al., 2017), utilizando-se a Equação 1.

$$Qa = (Uf - Ui) / (100 - Uf) \times Ma \quad \text{Eq. (1)}$$

Em que:

Qa = Quantidade de água a ser adicionada (mL); Uf = Umidade final da amostra estabelecida (30%); Ui = Umidade inicial da amostra; Ma = Massa da amostra (g).

Após, as farinhas foram armazenadas em embalagens de polietileno em câmara fria (5 ± 2 °C) até o momento da extrusão para homogeneização da umidade.

## 2.3 Extrusão das farinhas de empanamento

As farinhas foram processadas em extrusora (modelo LAB-16, AX Plásticos)

com capacidade mínima de 800 g h<sup>-1</sup>. A temperatura foi controlada por meio de termopares e sistema de refrigeração com água e válvulas solenoides. A alimentação da extrusora foi conduzida manualmente. As farinhas foram processadas utilizando os parâmetros fixos da extrusão: camisa helicoidal, matriz circular com um furo com 3 mm de diâmetro, temperaturas nas zonas 1, 2 e 3 de 40, 50 e 60 °C respectivamente, e velocidade da rosca de 110 rpm. No início de cada processamento por extrusão foi utilizado o mesmo material de estudo para estabilização da máquina e ambientar a extrusora. Ao final do processamento, as amostras de extrusados foram secas a 55 °C por aproximadamente 8 horas em estufa com circulação de ar, moídas em moinho de facas e armazenadas em embalagens de polietileno, em câmara fria (5 ± 2 °C) até o momento das determinações analíticas.

## 2.4 Avaliação tecnológica dos *breadings*

As determinações das propriedades tecnológicas dos *breadings* obtidos (A e B), em comparação à um *breeding* comercial (C) foram conduzidas em triplicata. O índice de absorção de água (IAA) foi determinado em um tubo de centrífuga contendo 2,5 g de amostra triturada e 30 mL de água, agitados por 30 min em agitador mecânico e centrifugados a 3000 rpm por 10 min. A alíquota de 10 mL do sobrenadante foi transferida para um cadinho de porcelana o qual foi seco em estufa a 105 °C e o gel remanescente foi pesado e o IAA calculado (Equação 2) (ANDERSON et al., 1969). O índice de solubilidade em água (ISA) foi calculado pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra (Equação 3) (ANDERSON et al., 1969). O índice de absorção de óleo (IAO) foi determinado a partir da adaptação da metodologia do IAA, na qual a água foi substituída por óleo de soja (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

$$\text{IAA (g gel g matéria seca}^{-1}) = (\text{PRC}/\text{PA}) - \text{PRE} \quad \text{Eq. (2)}$$

$$\text{ISA (\%)} = \text{PRE}/\text{PA} \times 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

Em que:

PRC = peso resíduo de centrifugação (g); PA = peso da amostra (g bs); PRE = peso resíduo de evaporação (g) x 3; PA = peso da amostra (g bs); e PRE = peso resíduo de evaporação (g) x 3.

Medidas instrumentais de cor foram realizadas na superfície dos 3 *breadings*, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra, utilizando o colorímetro Minolta modelo CR400 (Minolta Corporation, Ramsay, NJ, USA) com esfera de integração e ângulo de visão de 45°, ou seja, iluminação d/45 e iluminante D. Os valores de luminosidade L\*, a\* (componente vermelho-verde), b\* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

Os *breadings* foram também avaliados quanto ao valor energético, determinado

em bomba calorimétrica (Ika Works modelo C2000), com medição isoperibólico (capa estática). Os valores foram expressos em kJ/g.

## 2.5 Elaboração dos *nuggets*

Com a finalidade de aplicar os dois *breadings* (A e B) desenvolvidos, bem como comparar estes com um *breeding* comercial (C), uma formulação base de *nuggets* de frango foi produzida em escala piloto no Laboratório de Industrialização de Carnes da UTFPR, Câmpus Medianeira. Os processamento e formulação utilizada foram baseados no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de empanados (BRASIL, 2001a), Instrução normativa nº 51 do MAPA (BRASIL, 2007) e a Portaria nº 1004 da ANVISA (BRASIL, 1998).

Os *nuggets* foram elaborados utilizando-se uma formulação obtida em pré-teste (Tabela 1).

Ingredientes	Quantidade no produto final (%)
<i>Massa</i>	
Peito de frango moído	70,00
Gelo	2,65
Sal	1,40
Antioxidante	0,05
Polifosfato	0,30
Alho desidratado	0,10
Tempero verde	0,10
Pimenta branca	0,10
Cebola desidratada	0,05
Suco de limão	0,25
<i>Emulsão</i>	
Gordura vegetal hidrogenada	2,50
Carne mecanicamente separada de aves	12,50
Proteína isolada de soja	2,00
Gelo	8,00
Total	100,00

Tabela 1. Formulação base dos *nuggets* de frango.

O procedimento para a elaboração dos *nuggets* foi adaptado da metodologia descrita por Dill, Silva e Luvielmo (2009), seguindo-se a ordem de processo conforme apresentado na Figura 1. O procedimento foi padronizado para todos os tratamentos e diferiram-se apenas na etapa final de empamento, onde a aplicação dos diferentes tipos de *breadings* foram aplicados (A, B e C). Após moldados, os *nuggets* receberam a primeira camada de cobertura (*predust*) com farinha de arroz e posteriormente, o *batter* (Tabela 2) à temperatura de  $5 \pm 1$  °C, tempo de mergulho e de gotejamento de aproximadamente 5 s, garantindo o mesmo *pick-up* de *batter* nesta etapa do

experimento. Após, os *nuggets* receberam a última etapa de empanamento com os *breadings* produzidos (A e B) e o comercial (C). Os produtos empanados com os diferentes *breadings* foram pré-fritos em óleo de soja, a temperatura de 180 a 190 °C por 30 s, sendo a temperatura do óleo medida antes de cada pré-fritura. Após a pré-fritura, os *nuggets* foram congelados em freezer doméstico ( $-18 \pm 1$  °C). As amostras obtidas foram assadas a temperatura de 200 °C em forno elétrico até atingir a temperatura interna mínima de 72 °C e após submetidas as determinações analíticas, microbiológicas e análise sensorial.

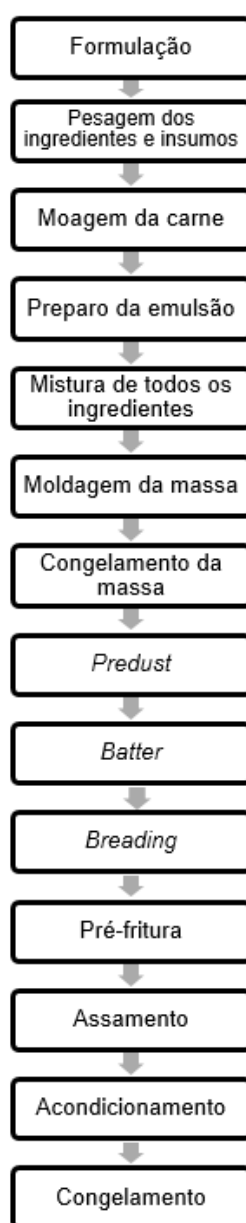


Figura 1. Fluxograma do processamento das amostras de nuggets

Ingredientes	Quantidade (%)
Água	54,00
Gelo	21,00
<i>Batter</i> comercial	17,30
Amido	6,70
Carragena	1,00
Total	100,00

Tabela 2. Formulação do *batter* utilizado no empanamento dos *nuggets* de frango.

## 2.6 Determinação da composição química dos *nuggets*

As amostras foram trituradas em um processador de alimentos *cutter* (Sire, Filizola, 3 L) por 2 min obtendo-se uma massa homogênea e foram conduzidas as determinações analíticas em triplicata seguindo as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de lipídios foi determinado por extração à quente utilizando hexano em extrator de gordura (Marconi, modelo MA491). Para determinação do teor de umidade utilizou método gravimétrico, por secagem da amostra em estufa a 105 °C até massa constante. O método de Kjeldahl foi aplicado para determinação do teor proteico determinando-se o teor de nitrogênio total das amostras seguida de sua conversão em proteínas multiplicando-se pelo fator de conversão de 6,25. O teor de cinzas foi determinado por carbonização e incineração das amostras em forno mufla à 550 °C. O teor de carboidratos totais foi estimado por diferença.

## 2.7 Medidas instrumentais dos *nuggets*

A medida instrumental de cor foi tomada na superfície das amostras em seis pontos distintos de leitura por amostra, utilizando o colorímetro Minolta modelo CR400 (Minolta Corporation, Ramsay, NJ, USA) com esfera de integração e ângulo de visão de 45° e iluminante D. Os valores de L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho-verde), b\* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

Para a análise de força de cisalhamento, as amostras foram cortadas em porções de 1,5 x 1,0 x 2,0 cm (altura x largura x comprimento). As análises foram realizadas com a lâmina Warner-Bratzler acoplada ao texturômetro (Universal TAXT2i) e regulado para a velocidade de 5,0 mm s<sup>-1</sup>. O equipamento foi calibrado com uma célula de carga de 5 kg. Foram analisadas 10 repetições para cada amostra e os resultados foram expressos como a força necessária em Newton para realizar o corte da amostra.

As amostras de *nuggets* também foram avaliadas quanto ao valor energético, determinado em bomba calorimétrica (Ika Works modelo C2000), com medição isoperibólico (capa estática). Os valores foram expressos em kJ/g.

## 2.8 Determinação do *pick-up* e perdas na cocção

O *pick-up* foi determinado por meio da pesagem em triplicata dos produtos antes e após cada etapa do processo de empanamento e calculado conforme a Equação



4 (GL, 2002). A perda ocorrida nos processos de cocção (pré-fritura e forno) foram estimadas pela pesagem em triplicata dos produtos antes e após cada etapa de cocção e calculada conforme a Equação 5.

$$\% \text{ Pick-up} = \frac{\text{massa com cobertura} - \text{massa sem cobertura}}{\text{massa final com cobertura}} \times 100 \quad \text{Eq. (4)}$$

$$\% \text{ Perda por cocção} = \frac{\text{massa após cocção} - \text{massa anterior a cocção}}{\text{massa após cocção}} \quad \text{Eq. (5)}$$

## 2.9 Análises microbiológicas

Um mix de amostras de *nuggets* contemplando todos os ensaios foi tomado para determinação das análises microbiológicas, com a finalidade de verificar o atendimento aos aspectos higiênico-sanitários. Coliformes a 45 °C/g, Estafilococos coagulase positiva/g, Clostrídio sulfito redutor a 46 °C e *Salmonella* sp/25 g foram determinados segundo metodologias propostas por Brasil (2003) e conforme exigido por Brasil (2001b).

## 2.10 Análise sensorial

A avaliação sensorial dos *nuggets*, elaborados com os três diferentes *breadings*, foi autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Faculdade Integrado - Campo Mourão (CAAE: 56379816.9.0000.0092; Parecer: 1.568.333). Os testes sensoriais foram conduzidos em Laboratório de Análise Sensorial, em cabines individuais sob luz branca. 130 provadores não treinados foram previamente informados sobre a análise sensorial e responderam um questionário sócio demográfico e sobre hábitos de consumo. As amostras foram servidas a temperatura interna de 72 °C de forma monádica, seguindo-se um delineamento experimental em blocos balanceados e casualizados. Uma escala hedônica híbrida de 10 pontos ancorada com os termos (0 = desgostei extremamente, 5 = nem gostei/nem desgostei, 10 = gostei extremamente) (VILLANUEVA, PETENATE, SILVA, 2005) foi utilizada para avaliar a aceitação os atributos cor, crocância, sabor, aceitação global e intenção de compra.

## 2.11 Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de comparação de médias (Tukey) ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas utilizando o *software* STATISTICA 8.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Propriedades tecnológicas dos *breadings*

Os resultados das propriedades tecnológicas dos *breadings* analisados são mostrados na Tabela 3. O teor de umidade das amostras de *breadings* produzidos (A e B) foram inferiores ( $p < 0,05$ ) ao da amostra comercial (C) e isto pode representar vantagens com relação a estabilidade microbiológica e físico-química do produto durante o armazenamento. Com relação ao IAA, os *breadings* adicionados dos subprodutos comestíveis farelo de arroz e farelo de mandioca (A e B) apresentaram índices superiores ( $p < 0,05$ ) do que o *breeding* comercial (C) semelhante ao observado por Feix et al. (2017), contudo valores inferiores ao reportado pela referida literatura foram obtidos no presente trabalho, possivelmente devido a temperatura de extrusão utilizada ser superior. Além disso, o aumento do teor de farelos na mistura proporcionou um aumento do IAA o que pode estar relacionado ao alto teor de amido presente no farelo de mandioca, uma vez que o amido nativo não absorve água a temperatura ambiente, sendo sua viscosidade praticamente nula. Contudo, o amido extrusado absorve água rapidamente formando uma pasta a temperatura ambiente, a qual é formada por macromoléculas solubilizadas e também inclui partículas intumescidas por água (LUSTOSA, LEONEL, MISCHAN, 2009), considerando que a extrusão ocasiona a gelatinização do amido, favorecendo a absorção de água em materiais amiláceos (SILVA et al., 2013). Com relação ao ISA, acredita-se que essa propriedade possa alterar negativamente a crocância do produto final (FEIX et al., 2017) e, nas amostras analisadas, apenas a amostra B, com o menor percentual de adição de farelos, diferiu das demais ( $p < 0,05$ ) com menor solubilidade em água. Os *breadings* (A e B) desenvolvidos com os farelos apresentaram absorção de óleo inferior ao comercial (C), propriedade importante considerando a demanda por produtos menos calóricos. Além disso, a absorção de óleo é uma propriedade tecnológica importante, considerando que após o empanamento o produto segue para a pré-fritura, por meio da imersão do produto em óleo (180 a 200 °C por 20 a 35 s). Esta etapa fixa o *breeding*, contribui para o desenvolvimento da cor, retira a umidade, inibindo parcialmente a desidratação do produto pelo frio, e proporciona absorção de óleo (GL, 2002) em quantidades que podem variar de 3% a 60% (JORGE; LUNARDI, 2005). Por meio de análises calorimétricas, verificou-se que a amostra comercial (C) apresentou 17,15 kJ g<sup>-1</sup>, enquanto que as amostras A e B apresentaram 16,50 kJ g<sup>-1</sup> e 16,86 kJ g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Amostra <sup>1</sup>	Umidade <sup>2</sup>	IAA <sup>2</sup>	ISA <sup>2</sup>	IAO <sup>2</sup>
		(g gel.g matéria seca <sup>-1</sup> )	(%)	(g gel.g matéria seca <sup>-1</sup> )
A	6,27 <sup>c</sup> ± 0,04	7,52 <sup>a</sup> ± 0,01	5,72 <sup>a</sup> ± 0,42	1,86 <sup>b</sup> ± 0,04
B	6,49 <sup>b</sup> ± 0,07	5,97 <sup>b</sup> ± 0,13	4,89 <sup>b</sup> ± 0,17	1,76 <sup>b</sup> ± 0,09
C	8,66 <sup>a</sup> ± 0,10	3,62 <sup>c</sup> ± 0,09	6,34 <sup>a</sup> ± 0,15	2,75 <sup>a</sup> ± 0,07

Tabela 3. Índice de Absorção de Água (IAA), Índice de Solubilidade em Água (ISA), Índice de Absorção de Óleo (IAO).

<sup>1</sup> Proporção farinha de milho/farelo de mandioca/farelo de arroz dos *breadings*: A (50%/25%/25%), B (70%/15%/15%), C (*breeding* comercial).

<sup>2</sup> Média ± desvio padrão (n = 3); letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

Na medida instrumental de cor (Tabela 4), o valor do componente L\* (luminosidade) dos *breadings* demonstrou que o aumento da proporção de farelos resultou em um escurecimento da farinha, com menor valor de L\* para a amostra A (p < 0,05), podendo ser visualizado na Figura 2. Esta alteração na cor em função das proporções de farelos adicionadas na fabricação do *breeding* pode estar relacionada ao processo de extrusão em que a alta temperatura e a baixa umidade utilizadas favorecem a reação entre açúcares redutores e aminoácidos, o que resulta na formação de compostos coloridos da reação de Maillard e na redução do aminoácido lisina (ILO, BERGHOFER, 1999) o que pode justificar a variação observada.

Amostras <sup>1</sup>	Cor <sup>2</sup>		
	L*	a*	b*
A	63,92 <sup>c</sup> ± 0,88	-1,99 <sup>b</sup> ± 0,13	21,42 <sup>c</sup> ± 0,27
B	68,09 <sup>b</sup> ± 0,50	-3,00 <sup>c</sup> ± 0,02	24,30 <sup>b</sup> ± 0,46
C	70,29 <sup>a</sup> ± 0,68	-0,43 <sup>a</sup> ± 0,01	39,39 <sup>a</sup> ± 0,34

Tabela 4. Parâmetros de cor dos *breadings*.

<sup>1</sup> Proporção farinha de milho/farelo de mandioca/farelo de arroz: A (50%/25%/25%), B (70%/15%/15%), C (farinha comercial).

<sup>2</sup> Média ± desvio padrão (n=3); letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

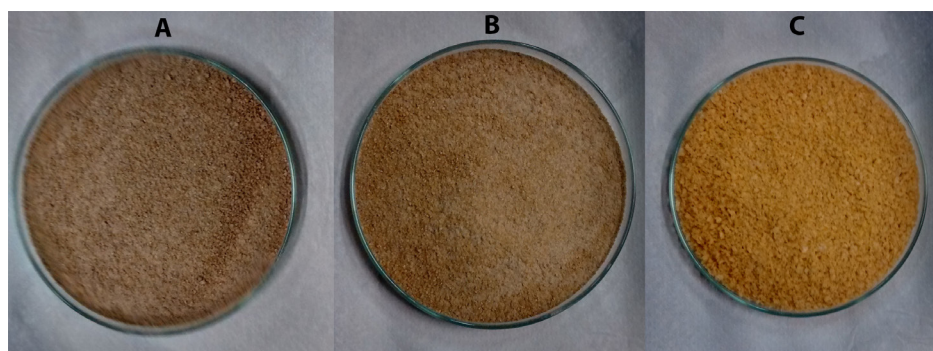


Figura 2. Formulações dos *Breadings* extrusados.

## 3.2 Caracterização dos *nuggets* obtidos

### 3.2.1 Composição química

As amostras de *nuggets* empanados com o *breeding* A apresentaram umidade similar ao produto empanado com a farinha comercial ( $p > 0,05$ ), enquanto, que *nuggets* empanados com *breeding* B apresentaram menor umidade entre as amostras ( $p < 0,05$ ) (Tabela 5), o que pode ser correlacionado a menor solubilidade em água do *breeding* utilizado (Tabela 3). O teor proteico foi superior ( $p < 0,05$ ) nas amostras de *nuggets* empanados com os *breadings* A e B, do que àquelas empanadas com o comercial (C). O mesmo foi observado para o teor de cinzas e carboidratos. Esta variação pode estar relacionada a composição química dos farelos, considerando que o farelo de mandioca apresenta quantidade significativa de carboidratos (LEONEL, 2001) e o farelo de arroz apresenta alto teor proteico, além de ser considerado uma fonte de minerais em especial fósforo, potássio, magnésio e em menor quantidade ferro, manganês e zinco (LACERDA, et al, 2010). Estes resultados demonstram vantagens comerciais no uso de farelos na formulação de *breadings*.

Amostra <sup>1</sup>	Umidade <sup>2</sup>	Proteína <sup>2</sup>	Lipídios <sup>2</sup>	Cinza <sup>2</sup>	Carboidratos <sup>2</sup>
A	47,63 <sup>a</sup> ± 0,81	16,40 <sup>a</sup> ± 0,28	7,17 <sup>c</sup> ± 0,06	3,27 <sup>a</sup> ± 0,04	25,54 <sup>a</sup> ± 0,72
B	45,47 <sup>b</sup> ± 0,61	16,34 <sup>a</sup> ± 0,09	9,16 <sup>b</sup> ± 0,09	3,09 <sup>a,b</sup> ± 0,21	25,88 <sup>a</sup> ± 0,58
C	47,36 <sup>a</sup> ± 0,67	15,66 <sup>b</sup> ± 0,04	14,66 <sup>a</sup> ± 0,23	2,89 <sup>b</sup> ± 0,11	19,43 <sup>b</sup> ± 0,66

Tabela 5. Composição química dos *nuggets* obtidos com diferentes *breadings*.

<sup>1</sup> Proporção farinha de milho/farelo de mandioca/farelo de arroz: A (50%/25%/25%), B (70%/15%/15%), C (farinha comercial).

<sup>2</sup> Média percentuais ± desvio padrão (n = 3); letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

No teor de lipídeos das amostras verificou-se que o uso dos *breadings* A e B promoveram reduções de 51,1% e 37,5% respectivamente em relação ao *breeding* comercial (C) estudado (Tabela 5), confirmando a menor absorção de óleo proporcionada pela incorporação dos farelos à farinha (Tabela 3). Estes resultados corroboraram com o valor calórico dos produtos avaliados nutricionalmente, onde, observou-se que o uso dos *breadings* adicionados dos farelos apresentaram menor valor calórico (A com 9,55 kJ g<sup>-1</sup>, e B com 10,28 kJ g<sup>-1</sup>) comparado ao *breeding* comercial (C com 13,37 kJ g<sup>-1</sup>), reduzindo de 28,6% a 23,1% o valor calórico.

### 3.2.2 Pick-up das etapas de empanamento e cocção dos *nuggets*

Pela pesagem das amostras antes e após as etapas de empanamento, verificou-se que as três amostras apresentaram ganhos de cobertura homogênea até a etapa do *batter* de aproximadamente 15% (Tabela 6). Após a aplicação do *breeding*

houve um ganho médio de 8,0% de peso nas três amostras, gerando um *pick-up* de empanamento médio de 23,3%, não havendo diferença entre as amostras ( $p > 0,05$ ). Já na etapa de pré-fritura, as amostras A e comercial (C), apresentaram maior ganho de peso do que a amostra B ( $p < 0,05$ ). No processo de fritura a alteração do peso é resultado do balanço entre a retirada de umidade e absorção de óleo (GL, 2002; LUVIELMO, DILL, 2008). No entanto pode-se observar que quanto maior o *pick-up* do empanamento, maior foi o ganho de peso no processo de fritura em concordância com o reportado por GL (2002), que afirma que a gordura absorvida no produto aumenta à medida que a quantidade de cobertura aumenta. A perda de peso no processo de cozimento em forno foi constante para todas as amostras ( $p > 0,05$ ).

Amostra <sup>1</sup>	Pick-up (%) <sup>2</sup>				Ganho de peso na pré-fritura <sup>2</sup>	Perda de peso no forno <sup>2</sup>
	<i>Batter</i>	<i>Breading</i>	Pré-fritura	Forno		
A	15,56 <sup>a</sup> ± 0,72	24,15 <sup>a</sup> ± 0,29	24,80 <sup>a</sup> ± 0,31	19,42 <sup>a</sup> ± 1,99	0,86 <sup>a</sup> ± 0,15	-7,15 <sup>a</sup> ± 2,48
B	15,24 <sup>a</sup> ± 0,40	22,52 <sup>a</sup> ± 1,36	21,14 <sup>b</sup> ± 1,70	15,53 <sup>a</sup> ± 2,51	-1,78 <sup>b</sup> ± 0,41	-7,11 <sup>a</sup> ± 1,73
C	15,17 <sup>a</sup> ± 0,69	23,26 <sup>a</sup> ± 0,74	23,78 <sup>a,b</sup> ± 0,73	17,78 <sup>a</sup> ± 2,65	0,67 <sup>a</sup> ± 0,25	-7,86 <sup>a</sup> ± 2,44

Tabela 6. *Pick-up* das etapas de empanamento e cocção.

<sup>1</sup> Proporção farinha de milho/farelo de mandioca/farelo de arroz: A (50%/25%/25%), B (70%/15%/15%), C (farinha comercial).

<sup>2</sup> Média ± desvio padrão (n=3); letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.2.3 Medida instrumental de cor e força de cisalhamento

O uso de farelo de arroz e bagaço de mandioca promoveu o escurecimento dos *nuggets* obtidos, conforme pode ser observado nos resultados da medida instrumental de cor para o componente L\* (Tabela 7). Estes resultados corroboram com o observado para a medida de instrumental de cor das amostras de *breadings*, o que pode estar relacionado com a reação de Maillard desenvolvida durante o processamento térmico das amostras. Com relação a medida da força de cisalhamento, os *nuggets* empanados com o *breeding* A (maior proporção de farelos) diferiu significativamente dos demais ( $p < 0,05$ ) apresentando o menor valor, o que indica um produto mais macio em comparação aos demais, o que seria uma característica indesejável para este tipo produto, onde a crocância é esperada. Esta característica pode estar relacionada ao maior índice de absorção de água observado para a amostra de *breeding* A, o que pode ter resultado na redução da crocância dos *nuggets* obtidos com este *breeding*.

Amostra <sup>1</sup>	L*	a*	b*	FC <sup>2</sup> (N)
A	46,04 <sup>b</sup> ± 0,76	2,76 <sup>a</sup> ± 0,25	26,94 <sup>c</sup> ± 1,16	13,81 <sup>b</sup> ± 2,06
B	47,27 <sup>b</sup> ± 0,18	1,57 <sup>b</sup> ± 0,23	30,20 <sup>b</sup> ± 0,96	21,62 <sup>a</sup> ± 3,32
C	57,76 <sup>a</sup> ± 1,00	1,62 <sup>b</sup> ± 0,24	36,68 <sup>a</sup> ± 0,36	21,49 <sup>a</sup> ± 3,82

Tabela 7. Parâmetros de cor e força de cisalhamento das amostras de *nuggets*.

<sup>1</sup> Proporção farinha de milho/farelo de mandioca/farelo de arroz: A (50%/25%/25%), B (70%/15%/15%), C (farinha comercial).

<sup>2</sup> FC = força de cisalhamento.

Média ± desvio padrão (n = 3); letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

### 3.2.4 Qualidade microbiológica e sensorial dos *nuggets*

As amostras apresentaram contagens < 10 UFC g<sup>-1</sup> para Coliformes a 45 °C, Clostrídio sulfito redutor a 46 °C e Estafilococos coagulase positiva, e ausência para *Salmonella* sp/25g, em atendimento ao previsto pela legislação (BRASIL, 2001) e indicando que os *nuggets* foram preparados em condições higiênico-sanitárias satisfatórias, estando aptos para consumo humano.

Os *nuggets* foram avaliados sensorialmente por 130 provadores não treinados de gênero heterogêneo (mulheres: 53,8% e homens: 46,25), sendo que 90% destes tinham idade entre 18 a 25 anos e a na sua maioria eram estudantes (72,3%). 91,5% dos provadores informaram ser consumidores de produtos empanados como *nuggets* ou *steak*, e destes 67,7% informaram consumir estes produtos ocasionalmente e 24,6% uma vez por semana.

Dentre os atributos sensoriais avaliados pelos provadores, a crocância e o sabor não diferiram quanto a aceitação das amostras de *nuggets* empanados com *breadings* formulados com os farelos de arroz e de mandioca (A e B) em relação aos empanados com *breeding* comercial (C) (p > 0,05) (Tabela 8). Estes resultados demonstram que apesar de ter sido observada diferença nos resultados de força de cisalhamento nos *nuggets* em função do tipo de *breeding* aplicado (Tabela 7), esta diferença não foi percebida sensorialmente.

Amostra	Valor sensorial médio <sup>1</sup>	% aprovação <sup>2</sup>	% indiferença <sup>2</sup>	% rejeição <sup>2</sup>
Cor				
A	4,6 ± 2,4 <sup>c</sup>	42,3%	6,2%	51,5%
B	5,9 ± 2,0 <sup>b</sup>	59,2%	9,2%	31,5%
C	7,6 ± 1,9 <sup>a</sup>	88,5%	4,6%	6,9%
Crocância				
A	5,6 ± 2,2 <sup>a</sup>	53,8%	11,5%	34,6%
B	6,0 ± 2,0 <sup>a</sup>	62,3%	11,5%	26,2%
C	6,0 ± 2,3 <sup>a</sup>	60,0%	7,7%	32,3%



Sabor				
A	7,0 ± 2,1 <sup>a</sup>	82,3%	7,7%	10,0%
B	7,4 ± 1,8 <sup>a</sup>	86,9%	2,3%	10,8%
C	7,3 ± 2,0 <sup>a</sup>	83,8%	6,2%	10,0%
Aceitação Global				
A	6,3 ± 1,9 <sup>b</sup>	67,7%	13,1%	19,2%
B	6,8 ± 1,6 <sup>a</sup>	80,8%	5,4%	13,8%
C	7,0 ± 1,9 <sup>a</sup>	83,8%	6,9%	9,2%
Intenção de compra				
A	6,0 ± 2,3 <sup>b</sup>	57,7%	15,4%	26,9%
B	6,6 ± 2,1 <sup>a</sup>	72,3%	10,8%	16,9%
C	7,0 ± 2,1 <sup>a</sup>	78,5%	4,6%	16,9%

Tabela 8. Valores sensoriais médios obtidos para os atributos cor, crocância, sabor, aceitação global e intenção de compra dos *nuggets* e seus respectivos percentuais de aprovação, indiferença e rejeição

<sup>1</sup> Média ± desvio padrão (n = 130). Letras diferentes na mesma coluna para o mesmo atributo indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>2</sup> % de aprovação = porcentagem de notas entre 5,1 e 10; % de indiferença = porcentagem de notas igual a 5,0; % de rejeição = porcentagem de notas de 0 a 4,9.

O atributo sabor obteve aprovação de mais de 80% dos provadores em todas as amostras avaliadas e, no atributo cor, a aceitação das amostras A e B, foram inferiores a amostra comercial (C) ( $p < 0,05$ ), onde, o *nuggets* empanado com o *breeding* elaborado com o maior teor de farelo de arroz e de mandioca (A) apresentou coloração marrom mais escura (Tabela 7), o que pode ter contribuído para sua menor aceitação. A amostra com até 30% dos farelos (B) obteve aceitação de cor por aproximadamente 60% dos provadores (Tabela 8). No geral, o *breeding* com até 30% dos farelos obteve aceitação global e intenção de compra similar ( $p > 0,05$ ) a amostra empanada com *breeding* comercial (C), com percentuais de aprovação acima de 80% e 72% respectivamente (Tabela 8).

#### 4 | CONCLUSÃO

As propriedades tecnológicas dos *breadings* formulados com a adição de farelos de arroz e de bagaço de mandioca foram afetadas quando comparadas à amostra de *breeding* comercial, sendo obtidos valores superiores de umidade e de índice de absorção de água e, valores inferiores de índice de absorção de óleo e luminosidade. O uso dos *breadings* A (50% de farelos) e B (30% de farelos) afetaram também as características físico-químicas e sensoriais de *nuggets*, destacando-se o menor teor de lipídios quando comparadas às amostras empanadas com o *breeding* comercial (C), o que corrobora com os menores índices de absorção de óleo obtidos nos *breadings* adicionados de farelos e com a análise calórica das amostras pós-fritura.

Na análise sensorial, o aumento da proporção de farelo de arroz e de mandioca



nos *breadings* não afetou significativamente o sabor e a crocância dos *nuggets* obtidos em comparação àqueles empanados com *breeding* comercial. Contudo, a cor foi negativamente afetada, tendo o maior índice de rejeição os *nuggets* empanados com *breeding*A. Esta rejeição pode estar relacionada ao escurecimento da amostra resultante da reação de Maillard ocorrida durante o seu processamento térmico. Adicionalmente, uma maior rejeição da amostra A foi observada para os atributos aceitação global e intenção de compra, enquanto que as amostras B e C não diferiram, demonstrando que a adição de 30% de farelos nos *breadings* não afetou negativamente a aceitação global do produto e a intenção de compra podendo ser uma alternativa viável para o aproveitamento destes subprodutos.

## REFERÊNCIAS

- APBA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2017**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2017>> Acesso em 07 de março de 2018.
- ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN, E. L., Jr. **Gelatinization of grits by roll and extrusion cook**. *Cereal Science Today*, 14, 1, 4-11, 1969.
- AOAC. American Organization of Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Arlington: AOAC; 2005.
- ASCHERI, J. L. R. **Curso de processo de extrusão de alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos para consumo humano e animal**. Embrapa, Abril, 2009, 89 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n. 1004/1998. Regulamento Técnico: **Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 - Carne e Produtos Cárneos**. Diário oficial da União, Brasília, 14/12/1998.
- BRASIL a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 6 de 15/02/2001. Aprovar os **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Paleta Cozida, Produtos Cárneos Salgados, Empanados, Presunto tipo Serrano e Prato elaborado Pronto ou Semi-pronto Contendo Produtos de Origem Animal**. Diário Oficial Da União, Brasília, 19/02/2001.
- BRASIL b. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 12 de 02/01/2001. **Aprova o regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, 10/01/2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26/08/2003. **Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**. 474 Diário Oficial da União, Brasília, 18/09/2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 51 de 29/12/2006. **Regulamento técnico de atribuição de aditivos e seus limites das seguintes categorias de alimentos: grupo 8 – carnes e produtos cárneos**. Diário oficial

da União (seção 1), Brasília, 04/01/2007.

CHAUD, L. C. S.; ARRUDA, P. V.; FELIPE, M. G. A. **Potencial do farelo de arroz para utilização em bioprocessos**. Nucleus, 6, 2, 33-46, 2009

DILL, D. D.; SILVA, A. P.; LUVIELMO, M. M. **Processamento de empanados: sistema de cobertura**. Estudos Tecnológicos, v. 5, n. 1, p. 33 - 49, 2009.

FEIX, E. J.; BRANDAO, J. N.; ROMAO, L.; KALSCHNE, D. L.; MOREIRA, G. C.; CORSO, M. P. **Farelo de arroz e bagaço de mandioca: alternativas para produção de *breeding extrusado sem glúten***. In: Anais III Mostra Científica de Alimentos, UTFPR, Medianeira - PR, 2017.

FIORDA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; SILVA, F. A.; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M. V. E. **Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca**. Pesquisa Agropecuária Tropical, 43, 4, 408-416, 2013.

GL, Laboratories Worldwide. 2002. **Guia completo para sistemas de cobertura**. Guarulhos, Ed. do Autor, 41 p.

GUERREIRO, L. **Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial**. Dossiê Técnico, Rio de Janeiro: BRT, Serviços Brasileiro de Respostas Técnicas, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTcy>>. Acesso em 11 de setembro de 2017.

HIPPERT, S. **Qual é a diferença entre doença celíaca, intolerância ao glúten e alergia ao trigo?** 2015. Disponível em: <<http://eupossoisso.com/qual-e-a-diferenca-entre-doenca-celiaca-intolerancia-ao-gluten-e-alergia-ao-trigo/>> Acesso em 11 setembro de 2017.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, 1020 p.

ILO, S.; BERGHOFER, E. **Kinetics of colour changes during extrusion cooking of maize grits**. Journal of Food Engineering, Oxford, v. 39, n. 1, p. 73-80, 1999.

JORGE, N.; LUNARDI, V. M. **Influência dos tipos de óleos e tempos de fritura na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas**. Ciência e Agrotecnologia, 29, 3, 635-641, 2005.

LACERDA, D. B. C. L.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, M. V. L.; SILVA-LOBO, V. L.; CAMPOS, M. R. H.; SIQUEIRA, B. S. **Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parabolizado**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 40, n. 4, p. 521-530, 2010.

LEONEL, M. **Caracterização da fibra e uso do farelo de mandioca como base para produtos dietéticos**. In: CEREDA, Marney P. (Coord.). Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. Cap. 17, p. 221-228.

LUVIELMO, M. M.; DILL, D. D. **Utilização da goma metilcelulose para redução da absorção de gordura em produtos empanados**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas,

Londrina, v. 29, n. 2, p. 107-118, 2008.

LUSTOSA, B. H. B.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. **Influência de parâmetros de extrusão na absorção e solubilidade em água de farinhas pré-cozidas de mandioca e caseína.** Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 223-229, 2009.

RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. **Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca.** Ciência Rural, 41, 12, 2196-2202, 2011.

SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. **Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas.** Brazilian Journal of Food Technology, 12, 2, 113-122, 2009.

SILVA, E. M. M.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. P. R.; TEBA, C. S. **Efeito da extrusão termoplástica nas características de viscosidade de pasta, solubilidade e absorção de água de farinhas pré-gelatinizadas de milho e feijão carioca (BRS Pontal).** Boletim CEPPA, Curitiba, v. 31, n. 1, p. 99-114, 2013.

VILLANUEVA, N. D. M.; PETENATE, A. J.; SILVA M. A. A. P. **Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the tradicional hedonic, self-adjusting and ranking scales.** Food Quality and Preference. v 16, p. 691 - 703, 2005.

## AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA QUALIDADE SENSORIAL DE BALAS SABORIZADAS COM DIFERENTES CHÁS COMERCIALIZADAS NO ESTADO DO PARANÁ UTILIZANDO A ESCALA DO IDEAL

**Carolina Deina**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Pato Branco - Paraná

**Carla Adriana Pizarro Schmidt**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - Paraná

**Bianca Cristina Trentin**

Universidade Estadual do Centro Oeste  
Guarapuava - Paraná

**Alexandra Ramos Matuszak**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Pato Branco - Paraná

**RESUMO:** Conforme Brasil (2005), as balas podem se diferenciar pelos seus ingredientes e processos de produção. Segundo Fadini e Queiroz (2002), a qualidade do produto final e suas especificações será definida pela qualidade dos ingredientes e controle do processo. Com o objetivo de indicar a situação atual dos produtos e possíveis direcionamentos de qualidade do alimento com base nas expectativas dos consumidores foi realizado uma análise sensorial de três amostras de balas saborizadas com chás, por meio da escala do ideal. A degustação foi realizada com 90 alunos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, de ambos os gêneros e de idades entre 18 e 50 anos, por meio da

escala hedônica e do ideal conforme proposto por Minin (2006). Todas as três balas obtiveram bons percentuais de ideal quando avaliadas globalmente e apresentaram média próximas de 3 para os atributos sensoriais estudados, o que indicou que qualquer dos sabores avaliados apresentaram boa adequação ao que as pessoas buscam como ideal nesse tipo de produto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Preferência do Consumidor; escala do ideal; Consensor; Assistat.

**ABSTRACT:** According to Brazil (2005), the bullets can be differentiated by their ingredients and production processes. According to Fadini and Queiroz (2002), the quality of the final product and its specifications will be defined by the quality of the ingredients and process control. In order to indicate the current situation of the products and possible food quality orientations based on the consumers' expectations, a sensorial analysis of three samples of flavored candies with teas was carried out using the ideal scale. The tasting was carried out with 90 students of the Federal Technological University of Paraná - UTFPR, of both genders and ages between 18 and 50 years, using the hedonic scale and the ideal as proposed by Minin (2006). All three candies obtained good percentages of ideal when evaluated globally and presented

mean values close to 3 for the sensorial attributes studied, which indicated that any of the evaluated flavors had a good fit with what people are looking for as ideal in this type of product.

**KEY WORDS:** Consumer Preference; scale of the ideal; Consensor; Watch.

## 1 | INTRODUÇÃO

A bala é um doce que possui grande diversidade, sendo popular e consumida por pessoas de diversas idades. Ferreira (2008), afirma que para obter uma bala é necessário realizar o cozimento dos açúcares combinados com corantes, aromatizantes e acidulantes proporcionando características próprias e aceitáveis ao consumidor.

Denominam-se balas e caramelos as preparações à base de pasta de açúcar fundido e de consistência dura ou semidura, com ou sem adição de outras substâncias. As principais características das balas duras é apresentar-se quebradiças, normalmente transparente ou translúcidas, com adição de substâncias, como exemplo suco de frutas e óleos essenciais e outros aditivos permitidos (ANVISA, Resolução CNNPA nº 12 de 1978). As balas duras quanto mais semelhantes ao vidro se apresentar, mais próximas do ideal se encontrará, ela deverá estar dura ao ponto de estilhaçar-se caso seja atirada no chão.

No Brasil a história das balas pode ser dividida em três fases, sendo: a primeira, produzidas em pequenas cozinhas de forma artesanal; a segunda, através das primeiras fábricas; e a terceira, através da industrialização, com a consolidação e mecanização do setor (FERREIRA, 2008) ainda de acordo com o autor a fase da Industrialização começou por volta da década de 40 com a chegada de máquinas mais avançadas vindas da Inglaterra, Alemanha, Itália, EUA e França. Além dos equipamentos, técnicos estrangeiros vieram ao Brasil com seu conhecimento, ajudando a consolidar o setor de confeitos no país.

Este sedutor mercado confeito fez do Brasil o terceiro maior produtor mundial de balas, confeitos e caramelos, atrás dos Estados Unidos e Alemanha e permanecendo-se à frente de pesos-pesados do setor como o Reino Unido, Japão, Espanha e França (DOCE REVISTA, 2014).

A sobrevivência das empresas produtoras de balas depende muito do equilíbrio existente entre as ferramentas administrativas e a manutenção do negócio (LUCIETTO *et. al.*, 2011). Portanto é necessário utilizar ferramentas capazes de avaliar a qualidade do produto e seus atributos, bem como mensurar seus resultados.

De acordo com Fadini e Queiroz (2002), a qualidade dos ingredientes e controle do processo é que determinam a categoria do produto final e sua aceitação no mercado.

Como objetivo de indicar a situação atual dos produtos e possíveis direcionamentos de qualidade do alimento com base nas expectativas dos consumidores foi realizado uma análise sensorial de três amostras de balas saborizadas com chás, por meio da escala do ideal. Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste de

comparação de medias de Tukey com auxílios dos softwares Assista e Consensor.

## 2 | METODOLOGIA

Inicialmente o projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética da UTFPR, n. 32381414.9.0000.5547, em seguida foram selecionadas três minis balas duras de uma da mesma marca e composição, apresentado na Tabela 1, mas saborizadas com diferentes tipos de chás mistos.

Realizou-se então a análise sensorial das três balas, com a finalidade de obter informações sobre a preferência global e a intensidade das atribuições sensoriais consideradas pelo provador. A degustação foi realizada com 90 alunos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, de ambos os gêneros e de idades entre 18 e 50 anos, por meio da escala hedônica e do ideal conforme proposto por Minin (2006), no *Campus* de Medianeira. Esses provadores não eram treinados, foram selecionados ao acaso, e responderam a análise de acordo com a sua preferência particular.

Porção 19,8g (11 unidades)	Quantidade por Porção	Quantidade por 100g	% VD por Porção (*)
Valor Energético	79 kcal	397 kcal	4%
Carboidratos	19 g	98 g	6%
Proteínas	0 g	0 g	0%
Gorduras total	0 g	0 g	0%
Gorduras Saturadas	0 g	0,3 g	0%
Gorduras Trans	0 g	0 g	(**)
Fibra Alimentar	0 g	0 g	0%
Sódio	6,7 mg	34 mg	0%
<b>Ingredientes:</b> açúcar; xarope de glicose; acidulante ácido cítrico; aromatizantes artificiais e naturais; corante inorgânico dióxido de titânio (TITANIUM DIOXIDE, EEC E-171); corantes artificiais (amarelo crepúsculo, verde folha (amarelo tartrazina, azul brilhante)) (YELLOW #6, YELLOW #5, BLUE #1, EEC E-110, E-102, E-133); <b>não contem glútem</b> ; pode conter traços de soja e leite			
*% VD: Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal/8400KJ.			

Quadro 1. Informação nutricional e composição das balas A, B, e C.

Fonte: Autoria própria

As amostras foram codificadas, servidas em recipientes descartáveis e temperatura ambiente. A escala utilizada na análise sensorial foi: escala do ideal, que identifica o quão ideal encontra-se a intensidade dos atributos no produto. A escala do ideal possui 5 pontos, sendo: 1 = muito menos que o ideal; 2 = menos que o ideal;

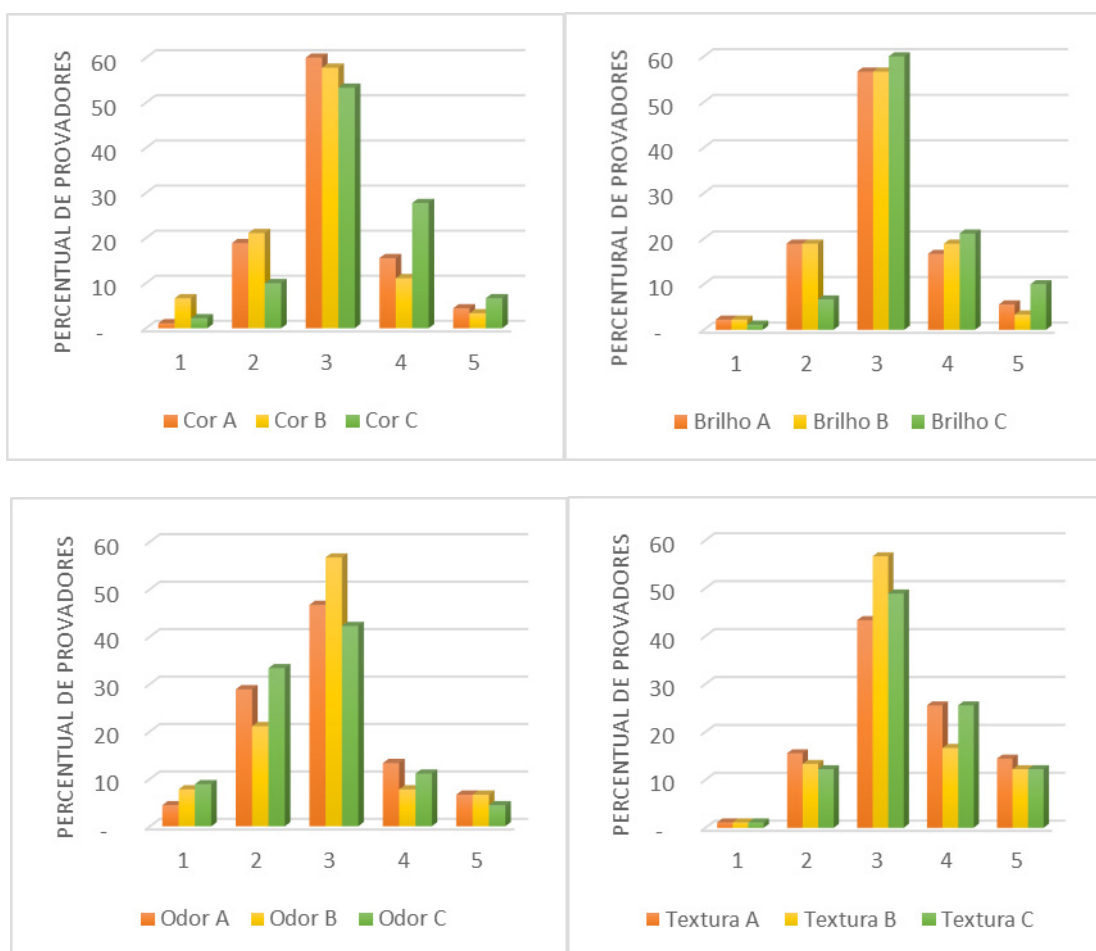


3 = ideal; 4 = mais que o ideal; 5 = muito mais que o ideal. Os atributos empregados na avaliação foram: Cor, brilho, odor, aparência, sabor, textura, e avaliação global. Para o cálculo das médias e desvio padrão foram utilizados os programas Assistat e Consensor.

As três amostras serão chamadas no decorrer do estudo de bala A, bala B, e bala C, que corresponde aos sabores: A = pêssego e mate tostado; B = maracujá, erva cidreira e laranja; C = limão e hortelã.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados gráficos obtidos na análise sensorial utilizando a escala do ideal.



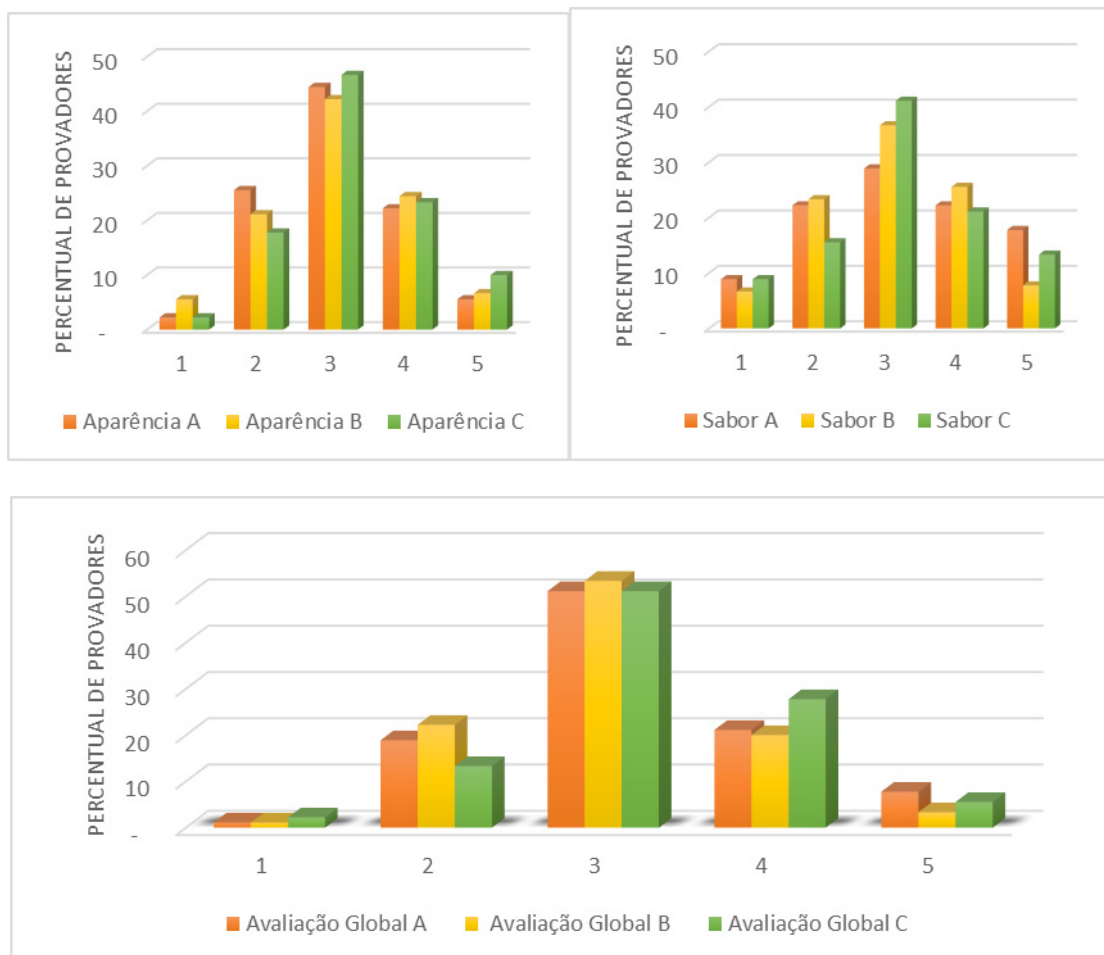


Figura 1. Gráficos obtidos com base nos seis atributos sensoriais e na avaliação global pela escala do ideal das três balas comparadas A, B e C.

Fonte: Autoria própria

A amostra A apresentou muitas notas menos que o ideal nos atributos cor, brilho, odor e aparência, indicando que é possível melhorar a bala aumentando esses atributos, e também recebeu notas mais que o ideal no atributo textura, indicado que poderá diminuir sua textura para obter uma bala melhorada.

Para que a amostra B seja melhorada sensorialmente de acordo com a escala do ideal é necessário aumentar a cor e odor, e diminuir o sabor, a textura e a aparência, pois essa bala recebeu muitas notas menos que o ideal e mais que o ideal nesses atributos.

A amostra C apresentou notas altas mais que o ideal nos atributos cor e brilho, e também recebeu muitas notas menos que o ideal no atributo odor, indicando que é possível melhorar a bala sensorialmente aumentando seu odor e diminuindo sua cor e brilho. A Tabela 1 apresenta os resultados médios obtidos como resultados da análise sensorial realizada com base na escala do ideal.

Observou-se grandes variações entre as preferências dos provadores pois os valores de coeficiente de variação foram elevados e os de concordância por sua vez foram baixos (Tabela 1).

Para o atributo cor a amostra A não apresentou diferenças estatisticamente significativa ao nível de 5% em relação as amostras B e C, já a amostra B apresentou

diferença em relação a C. Para o atributo brilho as amostras A e B apresentaram diferenças ao nível de 5% em relação a C. Para os demais atributos como o odor, aparência, sabor, textura e na avaliação global não se observou diferença significativa.

Mesmo que a amostra B tenha apresentado resultado em percentual superior de ideal, também recebeu uma alta avaliação de menos que o ideal, indicando que há necessidade de aumentar alguns atributos como cor e brilho, já na bala A poder-se-ia reduzir o brilho.

Atributos Sensoriais Avaliados		Cor	Bri-lho	Odor	Aparê-ncia	Sabor	Textu-ra	Av. Global
A	Média	3,03 <sub>ab</sub>	3,04 <sub>b</sub>	2,89 a	3,03 a	3,18 a	3,37 a	3,16 a
	Desv. Pad	0,76	0,82	0,93	0,89	1,22	0,95	0,86
	CC (%)	52.67	48.5	39.6	38.05	16.48	35.05	42.96
	CV (%)	25,08	26,97	32,18	29,37	38,36	28,19	27,22
B	Média	2,83 b	3,02 <sub>b</sub>	2,84 a	3,06 a	3,04 a	3,26 a	3,02 a
	Desv. Pad	0,84	0,78	0,92	0,98	1,04	0,88	0,78
	CC (%)	49.53	49.25	47.72	33.56	28.43	47.66	46.78
	CV (%)	29,68	25,83	32,39	32,03	34,21	26,99	25,83
C	Média	3,27 a	3,32 <sub>a</sub>	2,69 a	3,21 a	3,14 a	3,36 a	3,21 a
	Desv. Pad	0,82	0,79	0,94	0,93	1,12	0,89	0,83
	CC (%)	46.98	53.92	37.35	37.8	28.16	40.98	44.69
	CV (%)	25,08	23,80	34,94	28,97	35,67	26,49	25,86

Tabela 1. Média, Desvio Padrão, Coeficiente de Variação (CV) e Coeficiente de Concordância (CC) para as 3 marcas de bala em todos os atributos avaliados pela escala do ideal.

Fonte: Autoria própria

## 4 | CONCLUSÕES

Todas as três balas obtiveram bons percentuais de ideal quando avaliadas globalmente e apresentaram média próximas de 3 para os atributos sensoriais estudados, o que indicou que qualquer dos sabores avaliados apresentaram boa adequação ao que as pessoas buscam como ideal nesse tipo de produto.

Embora as três balas tenham alcançado bons percentuais de ideal quando avaliadas globalmente, os resultados indicaram que a empresa que produz a bala

poderá ainda melhorar os seus produtos alterando algum de seus atribuídos como mostra o resultado da pesquisa. Em que, a amostra A para obter uma bala de melhor qualidade deverá alterar sua cor, brilho, odor, aparência e textura. A amostra B deverá alterar sua cor, odor, sabor, textura e aparência. E a amostra C deverá modificar os atributos cor, brilho e odor.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. (2005). **Regulamento Técnico para Balas, Caramelos, Bombons e Gomas de Mascar**. RDC N°265, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Resolução – CNNPA nº 12 de 1978**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10/10/2016.

DOCE REVISTA. **16º Anuário Brasileiro do Setor de Chocolates, Candies e Biscoitos**. Editora Definição, N° 242: São Paulo – SP, 2014.

FADINI, A. L.; QUEIROZ, M. **Estudo da estabilidade física das balas duras adicionadas de lactato de sódio**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. 2002.

FERREIRA, P.B. **Balas e caramelos**. MONOGRAFIA (BACHARELADO EM QUÍMICA DE ALIMENTOS), UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, Pelotas – RS, 2008.

LUCIETTO, D.; COSMA, M. A.; ZANANDREA, G.; CRUZ, M. R. **Ferramentas da Qualidade**. SIMPÓSIO CIENTÍFICO DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA SERRA GAÚCHA, 2011. Disponível em: <http://ojs.ftsg.edu.br/index.php/simposio/article/view/21/21>. Acesso em: 10/10/2016.

MININ, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com consumidores**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 225p. Viçosa, 2006.

## AVALIAÇÃO DA ROTULAGEM DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS COMERCIALIZADAS EM SUPERMERCADOS

### **Francisco Ferreira dos Reis**

Graduado em Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA Campus Codó

### **Cecília Teresa Muniz Pereira**

Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA Campus Codó

### **Dalva Muniz Pereira**

Nutricionista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA Campus Caxias

**RESUMO:** A embalagem tem a função de proteger o alimento e também informa os consumidores sobre a origem, a composição e as características nutricionais dos produtos, permitindo a rastreabilidade dos mesmos. Essas informações devem ser claras e objetivas, não podem induzir o consumidor ao equívoco em relação à verdadeira natureza, composição e qualidade do alimento, tornando-se elementos fundamentais para a saúde pública. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar as conformidades e não conformidades dos rótulos de bebidas não alcoólicas de acordo com a legislação vigente. Foram verificados os rótulos de 28 bebidas não alcoólicas divididos em quatro categorias (refrigerante, bebidas à base de soja, néctar e água coco) de diferentes

marcas, em quatro supermercados do município de Codó-MA. Os resultados revelaram que, dos rótulos analisados, 28,6% apresentaram no mínimo um tipo de não conformidade frente à legislação. Os maiores problemas foram com relação aos itens: lista de ingredientes, modo de conservação após aberta a embalagem, existência de figuras, símbolos, ilustrações e/ou desenhos que possam levar o consumidor a erro ou engano, e se o número do SAC na embalagem da bebida dá origem a uma ligação gratuita. No total, 8 das 28 embalagens avaliadas estavam em desacordo com as normas. É necessário tornar comum a aplicação rigorosa da legislação durante fiscalização, e que o consumidor procure conhecer as normas regulamentares para rotulagem de alimentos e bebidas, para que ele próprio possa fiscalizar e cobrar que o produto tenha informações claras e adequadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bebidas não alcoólicas, Rotulagem, Legislação.

**ABSTRACT:** The packaging has the function of protecting the food and also informs the consumers about the origin, the composition and the nutritional characteristics of the products, allowing the traceability thereof. Such information must be clear and objective and must not mislead the consumer as to the

true nature, composition and quality of the food and become essential elements for public health. In this context, this work had as objective to evaluate the conformities and nonconformities of the non alcoholic beverage labels according to the current legislation. The labels of 28 non-alcoholic beverages divided into four categories (soft drinks, soya-based drinks, nectar and coconut water) of different brands were checked in four supermarkets in the municipality of Codó-MA. The results showed that of the labels analyzed, 28.6% presented at least one type of non-compliance with the legislation. The biggest problems were related to the items: list of ingredients, storage mode after opening the packaging, existence of figures, symbols, illustrations and / or drawings that could lead the consumer to error or mistake, a free call. In total, 8 of the 28 packages evaluated were in disagreement with the standards, especially the coconut water labels, which had the highest rates of irregularities. It is necessary to make the strict enforcement of legislation common during inspection and for the consumer to seek to know the regulatory standards for food and drink labeling so that he himself can supervise and charge that the product has clear and adequate information.

**KEYWORDS:** Labeling; Non-alcoholic beverages; Legislation.

## 1 | INTRODUÇÃO

As informações que compõem os rótulos dos produtos são regulamentadas por legislações específicas e devem assegurar aos consumidores dados corretos, claros e precisos, sobre a qualidade, quantidade e características do produto, bem como possíveis riscos e segurança à saúde (MACHADO, 2016).

Tais informações constituem-se em elemento fundamental para a saúde pública, uma vez que se destinam a identificar a origem, a composição e as características nutricionais dos produtos, permitindo a rastreabilidade dos mesmos (BRAGA, 2011).

Os rótulos dos alimentos podem induzir o consumidor ao engano se não forem mostrados de forma correta na embalagem. Apesar de algumas pesquisas demonstrarem um grande índice de compreensão, dados da Europa e América do Norte mostram que os consumidores têm dificuldades em compreender as informações apresentadas nos rótulos quando são expressados em formatos diferentes, podendo haver confusão na interpretação dos nutrientes e da quantidade de cada um deles presente no rótulo. Surgindo assim a necessidade de padronização (ANVISA, 2006).

A compreensão dos rótulos dos alimentos e das bebidas pode ser um meio muito importante para atingir um determinado nível de segurança alimentar. É através da rotulagem que os órgãos competentes da saúde pública podem determinar metas nutricionais e guias alimentares que podem levar a uma alimentação mais saudável (ALMEIDA, 2004).

O consumo de bebidas não alcoólicas vem apresentando crescimento mundial, por apresentarem apelos de saúde e serem considerados bebidas mais naturais. O conjunto de bebidas não alcoólicas é composto por chás prontos, águas, energéticos, bebidas isotônicas e sucos (sucos em pó, sucos concentrados, sucos prontos para



consumo e bebidas à base de soja) (MORZELLE, 2011).

A rotulagem permite escolher o produto de acordo com suas necessidades nutricionais, principalmente se tratando de bebidas que são consumidas com certa frequência por parte da população, como refrigerantes e sucos. O rótulo também possui informações como, data de validade, modo de conservação, lote, e origem, que contribuem para a fiscalização, como em casos de intoxicação alimentar, quando é necessário o rastreamento desse produto e do lote, afim de evitar mais problemas, beneficiando a saúde de quem irá consumir o produto.

Considera-se, portanto, que o estudo relacionado a análise de rotulagem de bebidas representa uma boa maneira de informar a população sobre a importância e benefícios da rotulagem no momento da compra para conhecer o produto, e assim poder fazer uma escolha mais saudável.

## 2 | METODOLOGIA

Foram analisados os rótulos de 28 bebidas não alcoólicas divididos em 4 categorias (Refrigerante, Bebidas à base de soja, Néctar e Água coco) de diferentes marcas com conteúdo nominais de 2L (7 unidades), 1L (16 unidades) e 500ml (5 unidades), coletados nos meses de maio a agosto de 2017, em quatro supermercados do município de Codó, Maranhão. Os supermercados visitados durante o estudo foram escolhidos por serem os maiores e de maior movimentação do município e por estarem localizados em quatro bairros diferentes. As bebidas foram escolhidas após levantamento prévio das que são mais comuns nas prateleiras dos supermercados visitados.

Foram avaliados 7 rótulos por cada categoria de bebida, sendo elas fotografadas, e as informações de rotulagem das embalagens tiveram sua conformidade e não conformidade avaliada através de uma lista de verificação adaptada (Tabela 1), contendo 26 itens, tendo como base a elaborada por Smith (2010).

Os resultados foram expressos em índices de conformidades e não conformidades geral e índice de conformidade por categoria, tendo como base a elaborada por Silva (2013).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se um insatisfatório índice de não conformidades em uma ou mais embalagem de cada categoria avaliada frente a legislação vigente, onde dos 26 itens do formulário de exigências de itens conformes e não conformes da rotulagem, os que se apresentaram em desacordo foram o item referente a lista de ingredientes, sobre modo de conservação após aberta, sobre a presença de figuras ou informações que possa induzir o consumidor ao erro, e o referente ao SAC, reprovando 8 das 28 embalagens avaliadas.

A Figura 1 apresenta os índices de conformidade por categoria avaliada. Foi possível observar que os rótulos da água de coco apresentaram o maior índice de não conformidades em relação as outras categorias. Enquanto que os refrigerantes foram os que tiveram o menor índice de não conformidades. Esse fato pode ser explicado pelo processo de industrialização da água de coco ser mais recente que o do refrigerante, o que faz com que os fabricantes deste tipo de bebida ainda tenham que se habituar as regras da legislação.

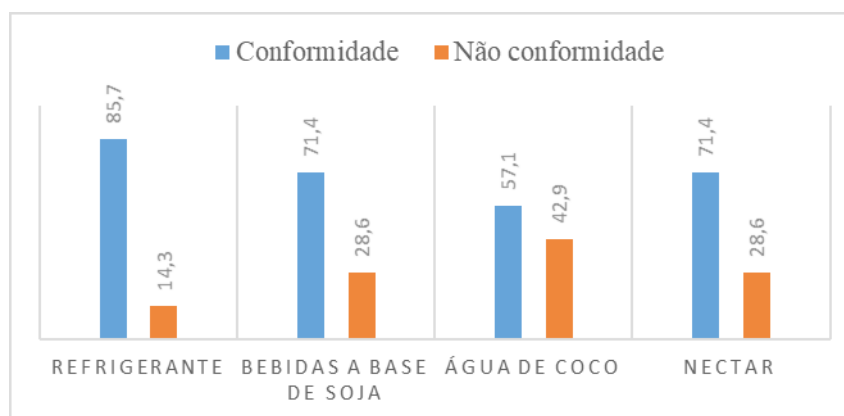


FIGURA 1: Índice de conformidade não conformidade por categoria da rotulagem de bebidas não alcoólicas.

A principal irregularidade observada nos rótulos de refrigerantes analisados diz respeito a lista de ingredientes, apresentando índice de não conformidade de 14,3%. Ficando desconforme com a exigência do item 6.2.1 da Resolução RDC nº 259 da ANVISA, que diz, com exceção de alimentos com um único ingrediente (por exemplo: açúcar, farinha, erva-mate, vinho, etc.) deve constar no rótulo uma lista de ingredientes (BRASIL, 2002).

Rocha et al. (2008) em seu trabalho sobre a avaliação sensorial e da rotulagem de refrigerantes comercializados na cidade de Sobral, Ceará, observou que 100% das marcas comerciais analisadas em relação à rotulagem, estão em desacordo com os parâmetros exigidos pela Legislação, por não apresentarem todos os atributos de Rotulagem Nutricional Complementar.

Nos rótulos das bebidas à Base de soja, os itens que apresentaram irregularidades foram com relação ao modo de conservação e presença de figuras, símbolos, ilustrações e/ou desenhos que possam levar o consumidor a erro ou engano, apresentando índice de não conformidade de 28,6%.

Maronêz et al. (2011) em um estudo sobre a pesquisa de mercado, análise sensorial e avaliação da embalagem e rotulagem de bebidas à base de soja, verificaram que dentre os 28 itens analisados nos rótulos das embalagens, os que se encontraram em desacordo com as legislações foram 3, sendo eles: expressões de identificação de origem, designação do produto e requisitos adicionais de rotulagem.

Já nos rótulos da água de coco o índice de não conformidade foi de 42,9%. Entre

os itens não conformes pôde-se destacar o número do SAC presente na embalagem, onde foi observado que em alguns casos a ligação não dava em lugar algum e em outros só era possível ligar de um telefone fixo.

A necessidade do número SAC, bem como a necessidade de que este origine uma ligação gratuita, está expressa no Decreto nº 6523 da Presidência da República de 31 de julho de 2008, nos artigos 3º e 7º respectivamente. Essa obrigatoriedade se fundamenta no direito básico do consumidor de obter informação adequada e clara sobre os produtos e de manter-se protegido contra práticas abusivas ou ilegais impostas no fornecimento desse (BRASIL, 2008).

Araújo et al. (2011) analisando as informações contidas nos rótulos de água de coco engarrafadas, observou que, dentre as amostras analisadas, uma não apresentava rótulo, estando totalmente fora dos padrões exigidos por Lei. Na análise das garrafas que continham rótulos, estes se encontravam em desacordo com vários parâmetros citados na legislação.

Os rótulos dos néctares avaliados apresentaram índice de não conformidade de 28,6%. Foi observado que não estava declarado o modo de conservação após aberto a embalagem, embora apresentassem indicação do modo de conservação e data de validade.

A indicação do modo de conservação após aberto a embalagem é muito importante, pois permite que o consumidor tenha consciência do período que determinado alimento pode ser consumido, com qualidade e com segurança, sem o risco de ingeri-lo na fase de deterioração.

Carneiro et al. (2013), ao avaliarem a rotulagem de néctares de uva, assim como neste trabalho, não verificou nenhuma irregularidade quanto a este item obrigatório à rótulos de alimentos.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo permitiu identificar dados de conformidades e não conformidades da rotulagem de bebidas não alcoólicas, tendo pelo menos um item não conforme em cada categoria.

Mesmo com tantos avanços tecnológicos no desenvolvimento de embalagem, ainda é insuficiente a atenção dada à rotulagem por parte das indústrias de bebidas, mesmo com o conhecimento da legislação.

São indiscutíveis os benefícios das legislações de rotulagem, mas ainda é necessário o desenvolvimento de estratégias para auxiliar os consumidores a compreender os rótulos de alimentos, além de trazer informações claras e de fácil compreensão, sem a necessidade de ter um conhecimento prévio em relação a rotulagem.

É necessário tornar comum a aplicação rigorosa da legislação durante a

fiscalização, e que o consumidor procure conhecer as normas regulamentares para rotulagem de bebidas, para que ele próprio possa fiscalizar e cobrar que o produto tenha informações claras e adequadas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA F. F. B. **ROTULAGEM DE ALIMENTOS**. Universidade Católica De Goiás. GOIÂNIA – GO, junho de 2004.

ANVISA. Informação Nutricional e Alegações de Saúde: o cenário global das regulamentações. Brasília, **Organização Pan-Americana da Saúde**, 2006. Disponível em: <[http://www.redesans.com.br/redesans/wp-content/uploads/2012/10/rotulagem\\_informacao\\_nutricional\\_biblioteca.pdf](http://www.redesans.com.br/redesans/wp-content/uploads/2012/10/rotulagem_informacao_nutricional_biblioteca.pdf)>. Acesso em: 01 de julho de 2017.

ARAÚJO, A. R.; NOBRE, M. L. M.; ARAUJO. S. P. R.; NUNES, M. R. C. M.; OLIVEIRA, F. C. O. Análise das informações contidas nos rótulos de água de coco Engarrafadas. **Revista Higiene Alimentar**, v. 25, mar/abr 2011.

BRAGA, M, M. B.; ABREU, E. S.; CHAUD, D. M. A. Avaliação dos rótulos de alimentos diet e light comercializados em um empório da cidade de São Paulo (SP). **Revista Simbio-Logias**, v.4, n.6. Dezembro de 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados**. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/259\\_02rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/259_02rdc.htm)>. Acesso em: 19 de agosto de 2017.

BRASIL, Presidência da República. Decreto Nº 6.523, De 31 De Julho De 2008. **Regulamenta a Lei no 8.078, de 11 de setembro de 1990, para fixar normas gerais sobre o Serviço de Atendimento ao Consumidor - SAC**. 2009. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6523.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6523.htm)>. Acesso em: 19 de agosto de 2017.

CARNEIRO, A. P. G.; ABREU, D. A.; SOARES, D. J.; COSTA, E. A.; SILVA, L. M. R.; BARBOSA, L. C.; SOUSA, P. H. M.; FIGUEIREDO, R. W. Avaliação da rotulagem, caracterização Química, físico-química e reológica de Néctares de uva comercializados na cidade de Fortaleza – CE. **Alim. Nutr.= Braz. J. Food Nutr.**, Araraquara, v. 24, n. 2, p. 241-249, abr./jun. 2013.

MACHADO, R. L. P. **Rotulagem. Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000fid3s5b702wyiv80z4s473q90afw1.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid3s5b702wyiv80z4s473q90afw1.html)> Acesso em: 08 de agosto de 2017.

MARONÊZ E. M.; OLIVEIRA J. M. **Pesquisa De Mercado, Análise Sensorial E Avaliação Da Embalagem E Rotulagem De Bebidas À Base De Soja**. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. MEDIANEIRA - PR, 2011.

MORZELLE, M.C.; SOUZA, E.C.DE, ASSUMPCÃO, C. F.; BOAS, B. M.V. Desenvolvimento e avaliação sensorial de néctar misto de maracujá (*Passiflora edulis Sims*) e araticum (*Annona rassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.2, p.131-135, 2011.

SILVA, O. C. **Avaliação de Rotulagem de bebidas não alcoólicas com informação nutricional complementar (INC)**. Imperatriz – MA, 2013.

SMITH, A. C. L. **Rotulagem de alimentos: avaliação da conformidade frente à legislação e propostas para a sua melhoria**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

## AVALIAÇÃO DO PERFIL DOS MÉTODOS ANALÍTICOS EMPREGADOS NA DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS, PROVENIENTES DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

### **Andressa Regina Antunes**

Universidade Estadual do Estado do Paraná  
Cascavel-PR

### **Luciana Oliveira Fariña**

Universidade Estadual do Estado do Paraná  
Cascavel-PR

### **Luciana Bill Mikito Kottwitz**

Universidade Estadual do Estado do Paraná  
Cascavel-PR

### **Helder Lopes Vasconcelos**

Universidade Estadual do Estado do Paraná  
Cascavel-PR

**RESUMO:** O dano causado pela formação, ação e acúmulo de radicais livres no organismo humano tem apresentado resultados significativos, uma vez que a fisiopatologia de diversas doenças possui relação direta com tais compostos. Como alternativas não medicamentosas, produtos são desenvolvidos para complementar a proteção do organismo, atuando como adjuvantes terapêuticos ou profiláticos. Assim, o objetivo da revisão foi reunir evidências sobre o aspecto antioxidante de bebidas lácteas fermentadas pela ação de *Lactobacillus acidophilus*, com dados provenientes de uma revisão sistemática, resumizando informações acerca das metodologias analíticas para avaliação dos procedimentos preferencialmente utilizados.

A pesquisa foi desenvolvida partindo das bases de dados: Medline, Cochrane, Scopus, Science Direct, Scifinder, Web of Science, Scielo e Agrícola, considerando os termos de busca: “antioxidant activity”, “oxidative stress”, “*Lactobacillus acidophilus*”, “lactic beverage”, “fermented milk”, “yogurt”, “in vitro techniques” e “in vivo”. Após a avaliação e seleção dos dados, o conteúdo dos artigos foi resumido em três subgrupos de interesse: A (leites fermentados), B (leite acidófilos) e C (iogurtes), e no que se refere à avaliação da atividade antioxidante, a técnica analítica empregada com maior frequência foi a capacidade eliminatória do radical DPPH, seguida pelo método ABTS. O teste de atividade quelante dos íons metálicos apresentou a mesma tendência de uso em relação ao teste do poder redutor, seguidos por outros testes empregados com menor frequência. Partindo dessas constatações, enfatiza-se a importância da associação entre diferentes metodologias para a avaliação da atividade antioxidante, devido à maior precisão dos resultados recuperados e consequente respaldo científico conferido ao estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estresse oxidativo, iogurte, leite acidófilo, *Lactobacillus acidophilus*, saúde baseada em evidências.

**ABSTRACT:** The damage caused by the formation, action and accumulation of



free radicals in the human organism has presented significant results, since the pathophysiology of several diseases has direct relation with such compounds. As non-medicated alternatives, products are developed to complement the protection of the organism, acting as therapeutic or prophylactic adjuvants. Thus, the objective of the review was to gather evidence on the antioxidant aspect of dairy drinks fermented by *Lactobacillus acidophilus*, with data from a systematic review, summarizing information about the analytical methodologies to evaluate the preferable used procedures. The research was developed from the databases: Medline, Cochrane, Scopus, Science Direct, Scifinder, Web of Science, Scielo and Agricola, considering the search terms: “antioxidant activity”, “oxidative stress”, “Lactobacillus acidophilus”, “Lactic beverage”, “fermented milk”, yogurt”, “in vitro techniques” and “in vivo”. After the evaluation and selection of the data, the content of the articles was summarized in three subgroups of interest: A (fermented milks), B (acidophilic milk) and C (yoghurt), and with regard to evaluation of antioxidant activity, most frequently used was the eliminatory capacity of the DPPH radical, followed by the ABTS method. The chelation activity test of the metal ions presented the same tendency of use than reducing power test, followed by other tests used less frequently. Based on these findings, it is emphasized the importance of the association between different methodologies for the evaluation of the antioxidant activity, due to the greater accuracy of the results recovered and consequent scientific support given to the study.

**KEYWORDS:** Oxidative stress, yogurt, acidophilus milk, *Lactobacillus acidophilus*, evidence-based healthcare.

## 1 | INTRODUÇÃO

O iogurte, um dos alimentos de considerável versatilidade e consumo, é amplamente conhecido e estudado devido ao seu aspecto nutricional, em função principalmente dos benefícios gerados pela fermentação bacteriana do leite, benefícios estes que podem variar de acordo com a cepa ou mesmo com a combinação de cepas bacterianas utilizadas no processamento (FISBERG & MACHADO, 2015; NIKKHAH, 2014).

Além do iogurte, outros leites fermentados com aspectos semelhantes estão incluídos na atual legislação brasileira, os quais também possuem importância nutricional e fisiológica, representando uma considerável parcela do consumo dos derivados lácteos no Brasil e no mundo, e, portanto, com potencial interesse comercial, sendo eles, o leite acidófilo, o kefir, o koumys e a coalhada (BRASIL, 2007). Em paralelo a tais informações, a inserção de probióticos no preparo dessa classe de alimentos configura uma importante aposta das indústrias e dos grandes centros de pesquisa, por aprimorarem as características físicas, químicas, sensoriais e funcionais dos alimentos (JANKOVIC et al., 2010; RIJKERS et al., 2011; VANDENPLAS; HUYS; DAUBE, 2015).

Dentre as principais propriedades funcionais de interesse das bebidas lácteas fermentadas, pode-se considerar, devido à produção de metabólitos ao longo da fermentação, a atividade antioxidante, aspecto que, quando presente em um alimento, atua com a finalidade de evitar o processo de rancificação e manutenção da qualidade nutricional, entre outros aspectos (HALLIWELL, 1995).

Nesse sentido, a importância dos compostos com atividade antioxidante se dá em diversos âmbitos, o que engloba a ação anti-envelhecimento (PALIDORI & SCHOLTES, 2016), a prevenção e o combate de doenças relacionadas à atividade dos radicais livres (HEYLAND et al., 2005), a prevenção da oxidação dos alimentos, bem como a manutenção da viabilidade e de suas propriedades funcionais (LIN & YEN, 1999). A importância destes compostos, ainda, é baseada na eficiência da atividade antioxidante que possuem, a qual pode ser mensurada de diversas maneiras (SONGISEPP et al., 2005; THAIPONG et al., 2006), o que possibilita classificar substâncias, produtos, alimentos, medicamentos e microrganismos de acordo com o potencial antioxidante.

Quanto à possibilidade de mensuração da atividade antioxidante *in vitro*, uma considerável variabilidade de metodologias analíticas são disponíveis, as quais, atuando por meio de diferentes mecanismos, auxiliam na estimativa e na caracterização do perfil antioxidativo das entidades químicas ou microbiológicas em estudo. Dentre estes métodos, alguns podem ser destacados em função de sua extensa aplicabilidade na prática laboratorial, como por exemplo: a captura do radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), a captura do radical 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS), a atividade eliminatória do radical hidroxila, o poder redutor, a atividade eliminatória dos íons metálicos, entre outros.

No que se refere ao procedimento, o método do radical DPPH é preparado em meio alcoólico, e devido à intensa coloração púrpura, ao interagir com compostos antioxidantes reduzem a coloração do meio para amarelo claro, atuando por meio da transferência de elétrons (BRAND-WILLIAMS; CUVÉLIER; BERSET, 1995). Apesar de ser popular, o método DPPH possui como desvantagem o fato de não favorecer a avaliação de compostos hidrofílicos (SAH et al., 2014).

O método de captura do radical ABTS, por sua vez, atua a partir da capacidade antioxidante dos compostos avaliados, na concentração, bem como na duração das reações químicas a que é submetido. Quanto maior a estabilização dos radicais ABTS, menor será a absorbância do sistema devido à mudança de coloração (verde escuro para verde claro) (RE et al., 1999; RUFINO et al., 2007). Como característica adicional, maior é a abrangência do método, já que o radical ABTS é solúvel em meios hidrofílicos e lipofílicos, e também é eficiente na avaliação de amostras em diferentes faixas de pH (BOLIGON, A.A.; MACHADO, M.M.; ATHAYDE, M.L., 2014; OU et al., 2002; TANG et al., 2010).

Com base no exposto, o objetivo da presente pesquisa foi reunir evidências sobre o aspecto antioxidante de bebidas lácteas fermentadas pela ação de *Lactobacillus acidophilus* (LA), com dados provenientes de uma revisão sistemática, e sumarizar as

informações acerca das principais metodologias analíticas utilizadas na avaliação do potencial antioxidante desse grupo de amostras.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão sistemática teve o seu delineamento realizado com base nas recomendações PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) (LIBERATI *et al.*, 2009), sendo que os artigos que deram origem à pesquisa foram provenientes das seguintes bases: Medline, Cochrane, Scopus, Science Direct, Scifinder, Web of Science, Scielo e Agrícola. Ainda nesse sentido, a estratégia de interesse da pesquisa envolveu uma população (amostras obtidas a partir de leites fermentados com *Lactobacillus acidophilus*, podendo conter adicionalmente outras espécies), intervenção (a utilização de L.A. na fermentação dos leites), controle (resultados obtidos a partir da literatura científica para leites não fermentados ou fermentados com semelhante constituição microbiológica), desfecho (o potencial antioxidante das amostras preparadas pela fermentação em presença de L.A.) e o tipo de estudo (de desenho analítico “in vitro” e “in vivo”).

A busca textual nas bases de dados incluiu os termos: “antioxidant activity”, “oxidative stress”, “Lactobacillus acidophilus”, “fermented milk”, “lactic beverage”, “yogurt”, “in vitro techniques” e “in vivo”, associados aos operadores booleanos “AND” e “OR”, combinados conforme a necessidade de cada base de dados.

Reunidos todos os artigos que atenderam aos requisitos prévios, a seleção inicial envolveu a avaliação de títulos e resumos. Os textos que se mantiveram de acordo com os objetivos foram selecionados para a etapa seguinte, em que todos os artigos foram cuidadosamente avaliados na íntegra quanto ao conteúdo, metodologias e desenho experimental, sendo excluídos ou mantidos na pesquisa.

A partir dessa seleção, todos os aspectos de interesse contidos nos artigos selecionados (características das amostras, modo de preparo, constituição microbiológica, métodos analíticos gerais e específicos, resultados, entre outros dados) foram extraídos e organizados de modo a favorecer as análises comparativas entre os próprios textos objetos da pesquisa, e também com demais dados da literatura científica.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

No total, 1751 artigos foram recuperados a partir das bases de dados selecionadas, dos quais 624 foram excluídos devido à publicação, e portanto, 1127 estudos tiveram os seus títulos e resumos avaliados conforme o interesse principal da pesquisa. Nessa etapa, 1091 estudos foram excluídos e os restantes (36) foram selecionados para a leitura de seus conteúdos na íntegra, resultando em uma revisão sistemática baseada

em dados provenientes de oito artigos, considerando nessa etapa estudos estes especificamente com desenho experimental *in vitro*.

### 3.1 Amostras e Sub-grupos

No total, 83 amostras de bebidas lácteas fermentadas constituíram os oito artigos selecionados, no entanto, apenas 20% delas (n=17) cumpriram com os requisitos da pesquisa. Com base na análise constitucional, foram obtidos diferentes produtos finais de acordo com o perfil bacteriano utilizado na fermentação de cada amostra, envolvendo iogurtes, leites fermentados e leites acidófilos, conforme definições da legislação brasileira (BRASIL, 2007). Assim, ao atender os requisitos prévios da pesquisa, embora com características intrínsecas diferentes, as amostras foram separadas em subgrupos de acordo com a classificação dos diferentes produtos, como apresentado na Tabela 1 abaixo.

Amostra	Autor	Nº do artigo	Microrganismos constituintes	Tipo de produto	Classificação em subgrupos
1	Virtanen <i>et al.</i> , 2007	1	<i>Lactococcus lactis</i> , e <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite fermentado	A
2	Virtanen <i>et al.</i> , 2007	1	<i>Leuconostoc cremoris</i> B, <i>Lactococcus lactis</i> , e <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite fermentado	
3	Ivanov G., 2007b	3	<i>Streptococcus subsp. salivarius thermophilus</i> e <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite fermentado	
4	Virtanen <i>et al.</i> , 2007	1	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite acidófilo	B
5	Virtanen <i>et al.</i> , 2007	1	<i>Lactobacillus acidophilus</i> F	Leite acidófilo	
6	Ivanov G., 2007 <sup>a</sup>	2	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite acidófilo	
7	Ivanov G., 2007b	3	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite acidófilo	
8	Apostolidis <i>et al.</i> , 2007	4	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite acidófilo	
9	Parrela <i>et al.</i> , 2012	5	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite acidófilo	
10	Li <i>et al.</i> , 2015	7	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite acidófilo	
11	Zhang <i>et al.</i> , 2015	8	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Leite acidófilo	

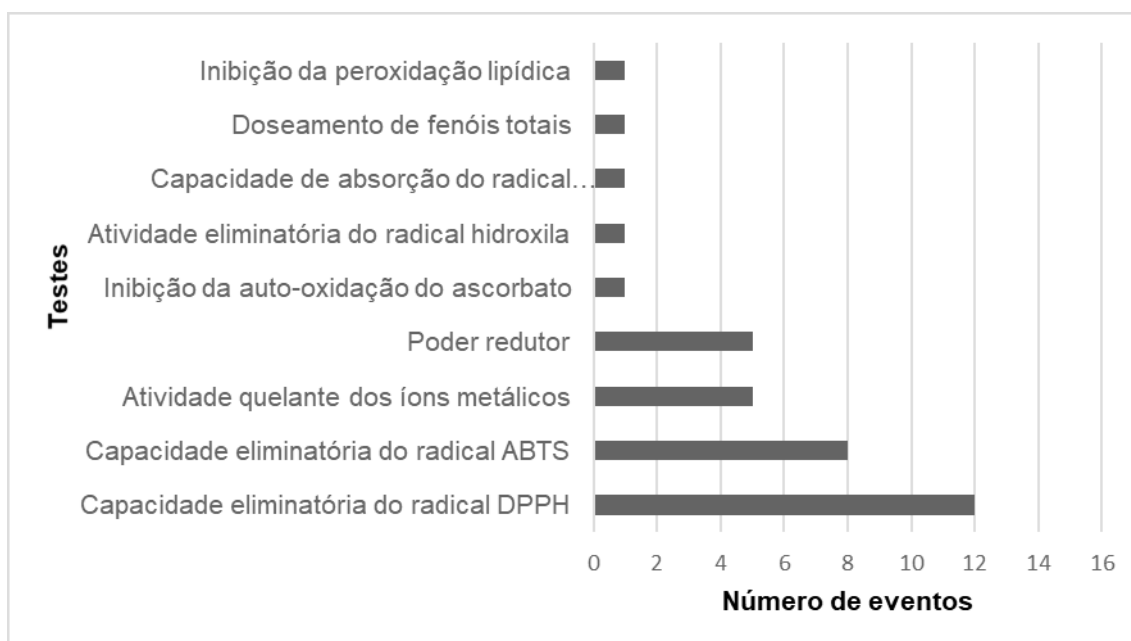
12	Sah <i>et al.</i> , 2014	6	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus subsp. salivarius thermophilus</i> , e <i>Lactobacillus acidophilus</i>	logurte
13	Sah <i>et al.</i> , 2014	6	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus subsp. salivarius thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , e <i>Lactobacillus casei</i>	logurte
14	Sah <i>et al.</i> , 2014	6	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus subsp. salivarius thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , e <i>Lactobacillus paracasei</i>	logurte
15	Sah <i>et al.</i> , 2014	6	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus subsp. salivarius thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , e <i>Lactobacillus paracasei</i>	logurte
16	Zhang <i>et al.</i> , 2015	8	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus subsp. salivarius thermophilus</i> , e <i>Lactobacillus acidophilus</i>	logurte
17	Zhang <i>et al.</i> , 2015	8	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> , <i>Streptococcus subsp. salivarius thermophilus</i> , <i>Lactobacillus acidophilus</i> , e <i>Bifidobacterium</i>	logurte

C

**Tabela 1** Descrição e classificação das amostras de interesse a partir de suas constituições microbiológicas

### 3.2 Metodologias analíticas – Avaliação da atividade antioxidante

A partir das informações extraídas dos artigos incluídos na pesquisa, o teste que avalia a capacidade eliminatória do radical DPPH foi, no geral, o teste empregado com maior frequência dentre as determinações das amostras estudadas, com uma frequência de utilização de 70,59%, seguido do teste que mensura a capacidade eliminatória do radical ABTS, utilizado para a avaliação de 47,06% das amostras em estudo. Em seguida, a atividade quelante dos íons metálicos alcançou o mesmo nível de abordagem quando comparado ao teste do poder redutor (29,41%), seguido por testes empregados com menor frequência, tais como: Inibição da auto-oxidação do ascorbato, Atividade eliminatória do radical hidroxila, Capacidade de absorção do radical oxigênio, Doseamento de fenóis totais e Inibição da peroxidação lipídica, conforme pode ser observado na Figura 1.



**Figura 1** Testes de atividade antioxidante e número de eventos em que foram empregados, considerando o total de 17 amostras de bebidas fermentadas de origem láctea, selecionadas a partir de oito artigos incluídos na revisão sistemática

O uso pronunciado do método de DPPH na avaliação das amostras em questão pode ser fundamentado em razão de ser um método usual, de baixo custo e que possui um simples procedimento metodológico para a avaliação da atividade antioxidante. Apesar disso, este é reconhecidamente um método frágil, capaz de conferir resultados variáveis de acordo com as interferências que pode sofrer ao longo do preparo do procedimento, como foi o caso dos experimentos desenvolvidos e resultados obtidos por Muller, Frohlic & Bohm (2011).

Desse modo, levando em conta as características metodológicas para o método de DPPH, sugere-se que o método de ABTS seja preferivelmente utilizado em avaliações *in vitro*, em função de ser também caracterizado por um simples procedimento analítico, mas apresentar menor variação metodológica, e com isso, tender a conferir resultados mais confiáveis. Tais constatações foram também apresentadas por Floegel et al. (2011), quando compararam os métodos de ABTS e DPPH na avaliação da capacidade antioxidante de alimentos americanos populares, ricos em antioxidantes, tendo concluído que o perfil antioxidante foi melhor reproduzido pelo método ABTS em relação ao método de DPPH.

Quanto aos demais testes utilizados, estes foram aplicados com menor frequência e não representaram grande potencial de uso na avaliação das amostras selecionadas, tendo sido os métodos de: inibição da auto-oxidação do ascorbato, atividade eliminatória do radical hidroxila, capacidade de absorção do radical oxigênio, doseamento de fenóis totais e a inibição da peroxidação lipídica.

Assim, os métodos analíticos aqui considerados foram também segmentados de acordo com cada subgrupo avaliado, de modo a favorecer o entendimento geral



acerca do perfil de caracterização antioxidante das amostras, conforme o conteúdo da Tabela 2.

Testes atividade antioxidante	Subgrupos		
	A	B	C
DPPH	1	5	6
ABTS	2	1	0
Atividade quelante dos íons metálicos	-	3	2
Poder redutor	-	3	2
Inibição da auto-oxidação do ascorbato	-	1	-
Atividade eliminatória do radical hidroxila	-	1	4
Capacidade de absorção do radical oxigênio	-	-	-
Doseamento de fenóis totais	-	1	-
Inibição da peroxidação lipídica	1	-	-
Total	3	15	14

**Tabela 2** Classificação das metodologias de avaliação da atividade antioxidante e número de eventos em que foram empregados nas bebidas fermentadas estudadas, conforme os subgrupos de amostras em questão

Com base no exposto, é possível verificar que o subgrupo que englobou os leites acidófilos (B) foi melhor caracterizado quanto ao perfil antioxidante, seguido pelo subgrupo dos iogurtes (C), e então, pelos leites fermentados (A), no que se refere ao número de testes analíticos aplicados. No entanto, é válido ressaltar que tal verificação possui relação direta com o número de amostras que constitui cada subgrupo.

Desse modo, ao levar em conta os dados apresentados até o momento, é possível inferir que muito ainda precisa ser esclarecido a respeito da atividade antioxidante de bebidas lácteas fermentadas, em especial aquelas incorporadas por bactérias probióticas. O conjunto dos resultados recuperados, por sua vez, demonstra que as metodologias analíticas podem se comportar de forma variável, de acordo com o modo de preparo das amostras, ou mesmo por outras variações possíveis nos procedimentos analíticos, ainda que as metodologias empregadas sejam semelhantes.

Nesse contexto, destaca-se a importância da associação de procedimentos analíticos distintos ao longo de estudos direcionados à determinação da atividade antioxidante, uma vez que diferentes mecanismos de reação podem auxiliar na interpretação do resultado final (MÜLLER, L.; FRÖHLICH, K.; BÖHM, V.; 2011).

## 4 | CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos e avaliados na presente pesquisa, as metodologias utilizadas com maior frequência na caracterização do potencial antioxidante das bebidas lácteas fermentadas foram: “Capacidade eliminatória do radical DPPH”, “ABTS”, “atividade quelante de íons metálicos” e “poder redutor”. Adicionalmente, as amostras dos subgrupos B e C foram as mais bem caracterizadas em termos de atividade antioxidante, dado o número de testes a que foram submetidas. Tais resultados sugerem alternativas e melhorias futuras em trabalhos na mesma linha de pesquisa, de modo a direcionarem a caracterização antioxidante dos analitos de interesse de forma mais completa e precisa possível, ao se lançar mão de um número satisfatório de testes analíticos. Dessa forma será possível garantir maior segurança e confiabilidade ao sugerir o uso de determinados grupos de alimentos na complementação do tratamento bem como na prevenção de acometimentos relativos ao acúmulo de radicais livres.

## REFERÊNCIAS

- APOSTOLIDIS, E.; KWON, Y.I.; HAEDIAN, R.; SHETTY, K. **Fermentation of Milk and Soymilk by *Lactobacillus bulgaricus* and *Lactobacillus acidophilus* Enhances Functionality for Potential Dietary Management of Hyperglycemia and Hypertension.** Food Biotechnology. v.21, p.217-236, 2007.
- BOLIGON, A.A.; MACHADO, M.M.; ATHAYDE, M.L. **Technical Evaluation of Antioxidant Activity.** Medicinal chemistry. v.4, n.7, p.517-522, 2014.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CULEVIER, M.E.; BERSET, C. **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity.** Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie. v.28, p.25,30, 1995.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 46 de 23 de outubro de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA. Leis, decretos etc. **Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 de out, 2007, Seção 1, p.5.
- FISBERG, M.; MACHADO, R. **History of yogurt and current patterns of consumption.** Nutrition Reviews. v.73, p.4-7, 2015.
- FLOEGEL, A.; KIM D-O; CHUNG, S-J. KOO, S.I.; CHUN, O.K. **Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods.** Journal of Food Composition and Analysis. v.24, p.1043-1048, 2011.
- HALLIWELL, B.; MURCIA, M.A.; CHIRICO, S.; ARUOMA, O.I. **Free radical and antioxidants in food and in vivo: what they do and how they work.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition. v.35, n.1-2, p.7-20, 1995.
- HEYLAND, D.K.; DHALIWAL, R.; SUCHNER, U.; BERGER, M.M. **Antioxidant nutrients: a**

- systematic review of trace elements and vitamins in the critically ill patient.** Intensive Care Medicine. v.31. n.3, p.327-337, 2005.
- IVANOV, G. **In situ antioxidative activity of monocultures of lactic acid bacteria.** Nauchni Trudove Na Meditsinskata Akademia. v.54, p.37-42, 2007a.
- IVANOV, G. **Technological and functional characteristics of starter cultures for fermented milks.** Nauchni Trudove Na Meditsinskata Akademia. v.54, p.43-48, 2007b.
- JANKOVIC, I.; SYBESMA, W.; PHOTHIRATH, P.; ANANTA, E.; MERCENIER, A. **Application of probiotics in food products – challenges and new approaches.** Current Opinion in Biotechnology. v.21, p.175–181, 2010.
- LIBERATI, A.; ALTMAN, D.G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; GOTZSCHE, P.C.; IOANNIDIS, J.P.A.; CLARKE, M.; DEVEREAUX, P.J.; KLEIJNEN, J.; MOHER, D. **The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration.** British Medical Journal, v. 339, 2009.
- LI, Y.; LIU, T.; HE, G. **Antioxidant activity of peptides from fermented milk with mix culture of lactic acid bacteria and yeast.** Advance Journal of Food Science and Technology. v.7, p.422-427, 2015.
- LIN, M.Y.; YEN, C.L. Antioxidative ability of lactic acid bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.** v.4; p.1460-1466, 1999.
- MÜLLER, L.; FRÖHLICH, K.; BÖHM, V. **Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (aTEAC), DPPH assay and peroxy radical scavenging assay.** Food Chemistry. v.129, p.39-148, 2011.
- NIKKHAH, A. **Yogurt the most natural and healthy probiotic: history reveals.** Journal of Probiotics & Health. v.2, n.2, 2014.
- OU, B.; HUANG D.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J.; DEEMER E.K. **Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study.** Journal of Agricultural and Food Chemistry. v.50, p.3122-3128, 2002.
- PALIDORI, M.C.; SCHOLTES, M. **Beyond and behind the fingerprints of oxidative stress in age-related diseases: Secrets of successful aging.** Archives of Biochemistry and Biophysics. v.595, p.50-53, 2016.
- PARRELLA, A.; CATERINO, E.; CANGIANO, M.; CRISCUOLO, E.; RUSSO, C.; LAVORGNA, M.; ISIDORI, M. **Antioxidant properties of different milk fermented with lactic acid bacteria and yeast.** International Journal of Food Science & Technology. v.47, p.2493-2502, 2012.
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. **Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay.** Free Radical Biology & Medicine. v.26, n.9-10, p.1231–1237, 1999.
- RIJKERS, G.T.; De VOS, W.M.; BRUMMER, R.-J.; MORELLI, L.; CORTIER, G.; MARTEAU, P. **Health benefits and health claims of probiotics: bridging science and marketing.**

British Journal of Nutrition. v.106, p.1291-1296, 2011.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R.E.; BRITO, E. de S.; MORAIS, S.M. de; SAMPAIO, C. de G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia científica: **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS+**. Comunicado técnico on line 128, EMPRAPA, p.1-4, 2007

SAH, B. N. P.; VASILJEVIC, T.; McKECHNIE, S.; DONKOR, O.N. **Effect of probiotics on antioxidant and antimutagenic activities of crude peptide extract from yogurt**. Food Chemistry. v.7, p.109-114, 2014.

SONGISEPP, E.; KALS, J.; KULLISAAR, T.; MÄNDAR, R.; HÜTT, P.; ZILMER, M.; MIKELSAAR, M. **Evaluation of the functional efficacy of an antioxidative probiotic in healthy volunteers**. Nutrition Journal. v.4, n.22, p. 2005.

TANG, X.; HE, Z.; DAI, Y.; XIONG, Y.L.; XIE, M.; CHEN, J. **Peptide fractionation and free radical scavenging activity of zein hydrolysate**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. v.58, n.1, p.587-593, 2010.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. **Comparision of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts**. Journal of Food Composition and Analysis. v.19, n.6-7, p.669–675, 2006.

VANDENPLAS, Y.; HUYS, G.; DAUBE, G. **Probiotics: an update**. Jornal de Pediatria (Rio J). v.91, n.1, p.6-21, 2015.

VIRTANEN, T.; PIHLANTO, A.; AKKANEN, S.; KORHONEN, H. **Development of antioxidant activity in milk whey during fermentation with lactic acid bacteria**. Journal of Applied Microbiology. v.102, n.1, p.106-115, 2007.

ZHANG, W. Q.; GE, W.P.; YANG, J.; XUE, X.C.; WU, S.Z.; CHEN Y. **Comparative of in vitro antioxidant and cholesterol-lowering activities of fermented goat & cow milk**. Resources, Environment and Engineering - Proceedings of the 2014. Technical Congress on Resources, Environment and Engineering (CREE). p.417-424, 2015.

## MASSA ALIMENTÍCIA ISENTA DE GLÚTEN COM ADIÇÃO DE SPIRULINA PLATENSIS: AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

**Bianca Colombari Peron**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – Paraná

**Luciane Maria Colla**

Universidade de Passo Fundo  
Passo Fundo – Rio Grande do Sul

**Eliane Colla**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – Paraná

**Nadia Cristiane Steinmacher**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira – Paraná

**RESUMO:** A doença celíaca (DC) é uma intolerância permanente ao glúten. O tratamento é uma dieta livre de glúten, normalmente carente de nutrientes. A biomassa da *Spirulina platensis* é fonte de proteínas (60 – 70%), vitaminas e lipídios, bem como biopigmentos. Na alimentação humana, já é utilizada desde os tempos remotos, sendo legalizada em diversos países como suplemento alimentar. O objetivo deste estudo foi desenvolver massa alimentícia (MA) isenta de glúten adicionada de *S. platensis*. Aplicou-se um planejamento experimental para avaliar a influência da adição da microalga e do emulsificante hidroxipropil-metilcelulose (HPMC) sobre as respostas de tempo ótimo de cozimento (TOC), aumento de peso (AM),

perda de sólidos solúveis (PS) e textura. Em paralelo elaborou-se uma massa controle (MC) (2% HPMC). As MA foram elaboradas a base de farinha de arroz. O ensaio com melhores resultados em comparação a MC foi reelaborado com substituição da biomassa de *S. platensis* por concentrado proteico da microalga. Realizou-se a determinação da composição centesimal (proteínas, lipídios, cinzas e umidade), bem como as propriedades tecnológicas (TOC, AM, PS, cor, atividade de água e textura) das MA adicionadas de biomassa, de concentrado proteico e da MC. A MC apresentou menor TOC, diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) da massa com o concentrado proteico e com a biomassa. Na composição centesimal a amostra com concentrado proteico apresentou teor de proteínas superior ( $p < 0,05$ ) em comparação as demais formulações estudadas. Concluiu-se que com o aumento da concentração de *S. platensis* ocorreu o aumento da concentração de proteína e conseqüentemente do valor nutricional das MA.

**PALAVRAS-CHAVE:** Celíacos, biomassa de *Spirulina platensis*, alimento livre de glúten.

**ABSTRACT:** Celiac disease (CD) is a permanent intolerance to gluten. Treatment is a gluten-free diet, usually deficient in nutrients. The biomass of *Spirulina platensis* is a source of protein

(60 - 70%), vitamins, lipids, and biopigments. In human food, it has been used since early times, being legalized in several countries as a food supplement. The aim of this study was to develop gluten-free pasta added by *S. platensis*. An experimental design was used to evaluate the influence of the addition of microalgae and emulsifier hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) on the response of optimum cooking time (OCT), weight gain (WG), soluble solids (SS) and texture. In parallel a control pasta (CP) (2% HPMC) was elaborated. Pastas were made from rice flour. The assay with better results compared to CP was reworked with substitution of the biomass of *S. platensis* by protein concentrate of the microalga. The biomass, protein concentrate and CP, were submitted to analysis of the centesimal composition (proteins, lipids, ashes and moisture), as well as the technological properties (OCT, WG, SS, color, water activity and texture). CP presented lower OCT, differing significantly ( $p < 0.05$ ) from mass with protein concentrate and biomass. In the centesimal composition, the protein concentrate sample had a higher protein content ( $p < 0.05$ ) compared to the other formulations studied. It was concluded that the increase of the concentration of *S. platensis* increase the protein concentration and consequently the nutritional value of the pastas.

**KEY-WORDS:** Celiacs, *Spirulina platensis* biomass, gluten-free food.

## 1 | INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) ou enteropatia sensível ao glúten é medida pelo sistema imunológico (TURNER, 2010). A resposta imune ao glúten desencadeia lesões características na mucosa do intestino delgado (atrofia das vilosidades, hiperplasia da cripta e aumento do número de linfócitos intraepiteliais). A DC ocorre em indivíduos geneticamente predispostos que ingerem prolaminas na dieta, como por exemplo, proteínas solúveis em álcool, ricas em glutamina e prolina, que estão presentes em trigo, centeio e cevada. A apresentação típica da DC é a enteropatia, levando à má absorção de nutrientes, resultando ao longo do tempo em desnutrição (NEVORAL, 2014).

O único tratamento eficaz para a DC é a estrita adesão à dieta isenta de glúten durante toda a vida do paciente, que resultará em recuperação clínica e das mucosas intestinais (KOTZE, 2006). A dieta baseada em produtos sem glúten é muitas vezes caracterizada por um baixo valor nutricional, especialmente em proteínas e componentes minerais, bem como componentes não nutricionais, mas fisiologicamente importantes, como as fibras dietéticas (KRUPA-KOZAK, WRONKOWSKA e SORAL-ŚMIETANA, 2011).

As massas alimentícias são um produto alimentar básico e simples devido ao seu paladar saboroso, conveniência culinária e acessibilidade. Porém, devido a restrição dos celíacos, a massa sem glúten tornou-se um produto comercial de alta demanda (PHONGTHAI, et al., 2017). O interesse no desenvolvimento de alimentos livres de glúten atualmente é crescente, cujas formulações envolvem a incorporação de amidos



de diferentes origens, proteínas do leite, gomas, hidrocolóides e suas combinações, em uma base de farinha isenta de glúten. Esses ingredientes podem simular as propriedades viscoelásticas do glúten e podem resultar na manutenção da estrutura, boa aceitação e aumento da vida de prateleira dos produtos finais. Entretanto, muitos produtos livres de glúten disponíveis no mercado ainda apresentam baixa qualidade nutricional e tecnológica (MARIOTTI et al., 2009).

Diante de pesquisas mundiais a *Spirulina*, com sua mistura única de nutrientes, a citar proteína de boa qualidade, perfil de ácidos graxos equilibrado, propriedades antioxidantes, vitaminas e sais minerais, tem ajudado a combater diversos problemas de saúde, como por exemplo, diabetes e anemia (AL-DHABI, 2013).

A adição de *Spirulina* em produtos alimentícios tem despertado interesse crescente dos pesquisadores. Atualmente já existem dados para pão sem glúten enriquecido com *Spirulina* (FIGUEIRA et al., 2011), biscoitos de chocolate enriquecidos com a microalga (MORAIS et al., 2006), massa alimentícia adicionada de *Spirulina* (MARCO et al., 2014), dentre outros. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de massa alimentícia fresca isenta de glúten enriquecida com *Spirulina* e a avaliação das suas propriedades físico-químicas e tecnológicas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Ingredientes e biomassa de *Spirulina Platensis*

A farinha de arroz, os ovos, o azeite de oliva e o sal foram adquiridos no comércio local.

A microalga *Spirulina platensis* foi cultivada em planta piloto localizada na Universidade de Passo Fundo (UPF) (Passo Fundo, RS), em tanques abertos do tipo *raceways* com capacidade de 3000 L, utilizando meio Zarrouk a 20%. Os cultivos foram mantidos até a fase estacionária de crescimento em luminosidade natural com agitação obtida por meio de pás a  $0,35 \text{ m}\times\text{s}^{-1}$  e com temperatura de 25 a 35 °C.

O concentrado proteico foi gentilmente cedido por discente do PPGTA (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, cujo trabalho experimental visou a otimização das condições de extração de proteínas da biomassa de *Spirulina platensis* (LUPATINI et al., 2017).

O hidroxipropil metilcelulose (HPCM) foi disponibilizado pela empresa Germinal Ingredientes para Alimentos, localizada no município de Cabreúva – SP, Brasil.

### 2.2 Elaboração das massas alimentícias

Na Tabela 1 está apresentada a formulação base das massas alimentícias (base: 100 g de farinha de arroz).

Ingredientes	%
Ovos	66,67
Azeite de oliva	3,00
Sal	1,00

**Tabela 1** – Formulação das massas alimentícias<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ingredientes adicionados com base na quantidade de farinha de arroz utilizada.

O estudo da adição de *Spirulina* e HPMC foi realizado pela aplicação de um Planejamento Fatorial Completo (PFC) (2<sup>2</sup>) (7 ensaios), onde as variáveis estudadas foram a concentração de *Spirulina* e de HPMC, cujos níveis reais e codificados estão apresentados na Tabela 2. As respostas avaliadas foram o tempo de cozimento, o aumento de peso, a perda de sólidos e a textura.

Variáveis/ Níveis	<i>Spirulina</i> (%) <sup>*</sup> x <sub>1</sub>	HPMC (%) <sup>**</sup> x <sub>2</sub>
-1	1	0
0	3	1
+1	5	2

**Tabela 2** – Níveis reais e codificados das variáveis estudadas no PFC (2<sup>2</sup>).

\* Nível de adição de *Spirulina* (g/100 g farinha)

\*\*Nível de adição de HPMC (g/100 g farinha)

Elaborou-se também uma formulação Controle com 2% de HPMC sem *Spirulina* (em triplicata) para comparação dos resultados.

A elaboração das massas alimentícias foi realizada em 7 etapas: pesagem dos ingredientes, mistura, amassamento, descanso, laminação, corte e armazenamento. Inicialmente todos os ingredientes foram devidamente pesados e reservados, na sequência misturaram-se por 2 minutos os ingredientes secos (farinha de arroz, sal e aditivos), adicionando-se em seguida o azeite de oliva e os ovos, procedendo-se a mistura por mais 1 minuto em multiprocessador. Sequencialmente as massas foram amassadas manualmente por mais 2 minutos e deixadas descansar por 20 minutos a 4 °C. Em seguida foram laminadas e cortadas em cilindro manual para massas em trefila do tipo massa longa talharim. Os produtos foram acondicionados em bandejas de EPS (poliestireno expandido), cobertas por papel filme, sendo estas armazenadas a temperatura de 4 °C, até o momento das análises tecnológicas, e congeladas para a realização das análises físico-químicas.

### 2.2.1 Substituição da biomassa de *Spirulina* por concentrado proteico de *Spirulina* na elaboração das massas

Após a definição da melhor condição a partir dos resultados dos ensaios do PFC, de acordo com parâmetros tecnológicos, a massa foi reelaborada substituindo a biomassa de *Spirulina* pelo concentrado proteico da microalga, na mesma concentração.

### 2.2.2 Composição centesimal da biomassa e do concentrado proteico da *Spirulina platensis* e das massas alimentícias

A umidade das amostras foi quantificada pelo método 925.09 da AOAC (1997) por secagem a 105 °C em estufa com circulação de ar (Cienlab) até peso constante; as cinzas, por incineração a 550 °C em mufla, de acordo com o método 923.03 da AOAC (1997); proteína pela metodologia de micro-Kjeldahl para determinação do nitrogênio total, método 960.52 da AOAC (1990); lipídios por extração contínua em aparelho Soxhlet, de acordo com o método 920.39C da AACC (2000). O teor de carboidratos foi calculado por diferença. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em base úmida.

### 2.2.3 Propriedades tecnológicas das massas alimentícias

#### 2.2.3.1 Tempo ótimo de cozimento (TOC)

O tempo ótimo de cozimento foi determinado segundo o método nº 16-50 da AACC (1983), pela cocção de 10 g de amostra em 140 mL de água destilada em ebulição, até que se atingisse a qualidade visual adequada em consequência da gelatinização do amido em toda a seção da massa. Este ponto foi determinado pela compressão de amostras de produto cozido, a cada minuto, após 3 min de cozimento, entre duas placas de vidro até o desaparecimento do eixo central.

#### 2.2.3.2 Aumento de massa (AM)

O aumento de massa foi determinado de acordo com o método no 16-50 da AACC (1983), pela pesagem de 10 g de massa antes e após a cocção, usando-se o tempo ótimo de cozimento ideal de cada amostra. Os valores foram expressos em porcentagem, de acordo com a Equação (1).

$$\text{Aumento de massa (\%)} = \left( \frac{m_f - m_i}{m_i} \right) \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo,

$m_i$  = massa da amostra antes da cocção (g);

$m_f$  = massa da amostra após a cocção (g);

### 2.2.3.3 Perda de sólidos na água de cozimento (PS)

A perda de sólidos na água a cocção das massas foi quantificada segundo o método nº 16-50 da AACCC (1983), pela evaporação de 25 mL da água de cocção em estufa (CIENLAB) a 110°C até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem pela Equação (2).

$$PS (\%) = \frac{PRE \times VAC \times 100}{PA \times VA} \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo,

PRE = peso do resíduo evaporado (g);

VAC = volume da água de cozimento (mL);

PA = peso da amostra (g);

VA = volume da alíquota (mL);

### 2.2.3.4 Atividade de água ( $A_w$ )

Para a determinação da atividade de água ( $A_w$ ), utilizou-se aparelho (AQUALAB® Braseq, modelo: Series 4TE), à temperatura constante ( $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ), fazendo-se as medições em triplicata.

### 2.2.3.5 Cor

As massas alimentícias foram avaliadas em relação aos parâmetros instrumentais de cor de acordo com o sistema CIELab  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  em colorímetro (Konica Minolta Sensing, INC, Chroma Meter CR-400, Japan). Os resultados foram expressos em valores  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , onde os valores de  $L^*$  (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os de  $a^*$  do verde (-60) ao vermelho (+60) e os de  $b^*$  do azul (-60) ao amarelo (+60). E posteriormente convertidos em  $h^0$  (tonalidade, cor propriamente dita) e  $C^*$  (croma), pelas Equações (3) e (4).

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad \text{Equação (3)}$$

$$h^0 = \text{atan}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{Equação (4)}$$

### 2.2.3.6 Textura das massas

A firmeza das massas alimentícias foi analisada utilizando-se texturômetro (TA.HD Plus), conforme método 16-50 da AACC (2000), com alguns ajustes. O equipamento foi operado pelo programa *Stable Micro Systems* Ltda. As massas passaram pelo processo de cocção (10 g de amostra em 140 mL de água) em seu tempo ótimo de cozimento (determinado anteriormente), foram drenadas e mantidas em repouso por 30 minutos para resfriamento.

Para a determinação da firmeza foram utilizados 5 fios de macarrão com 5 cm de comprimento. Foi utilizado o probe HDP/BS. Os parâmetros fixos foram a velocidade do pré-teste (NA), a velocidade do teste ( $10,2 \text{ mm} \times \text{min}^{-1}$ ), a velocidade pós-teste ( $600 \text{ mm} \times \text{s}^{-1}$ ) e a distância (4,5 mm).

### 2.2.4 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicatas e os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio de ANOVA e Teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, com auxílio do *software* Statistica 7.0 – Statsoft.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Composição centesimal da biomassa e do concentrado proteico da *Spirulina*

A composição centesimal da biomassa e do concentrado proteico de *Spirulina platensis* está disposta na Tabela 3.

	Biomassa de <i>Spirulina platensis</i> *	Concentrado proteico de <i>Spirulina platensis</i> *
Proteína (%)	50,90 ± 0,51	68,91 ± 0,51
Umidade (%)	12,39 ± 0,14	9,30 ± 0,14
Lipídeos (%)	2,30 ± 0,54	1,21 ± 0,02
Cinzas (%)	11,42 ± 0,15	2,95 ± 0,02
Carboidratos (%)	23,01 ± 0,71	17,63 ± 0,53

**Tabela 3** – Resultados para a composição centesimal da biomassa e do concentrado proteico de *Spirulina platensis*.

\* Valores expressos em médias ± desvios-padrão (os resultados representam a média de triplicatas).

Observa-se que a biomassa de *Spirulina* apresentou alto teor de proteínas, isso faz com que ela possa ser utilizada como suplemento alimentar (CAPELLI; CYSEWSKI, 2010). Ainda, nota-se que o concentrado proteico apresentou 68,91% de proteínas, valor este maior que o da biomassa, como era esperado (LUPATINI et al., 2017).

Barros (2010) estudou a produção de biomassa de *Spirulina platensis* para

alimentação humana e obteve a seguinte composição centesimal: umidade entre 11,64 a 13,59%, teores de proteína de 10,43 a 54,19%, lipídeos de 1,49 a 5,08%, cujas variações podem ser justificadas em função de diferentes cultivos e métodos de secagem da biomassa.

De acordo com Habib et al. (2008), em análises realizadas pela FOI (*French Oil Institute*) a biomassa de *Spirulina* apresentou 65% de proteína, 4% de lipídeos e 3% de cinzas, em base seca. Já nas análises realizadas pela SAC (*Siam Algae Co. Ltd.*) a biomassa apresentou em torno de 5 – 70% de proteína, 5 – 7% de lipídeos, 3 – 6% de cinzas e 4 – 6% de umidade.

Richmond (1990) em seu estudo encontrou teores de proteína que variaram de 46 – 50%. Lemes et al. (2012), utilizaram ureia e  $\text{KNO}_3$  como fonte de nitrogênio para o cultivo de *Spirulina platensis* e observaram a seguinte composição: teor de proteína 49,07%, cinzas 4,96% e lipídios 10,77%, em base úmida.

As diferenças encontradas nas concentrações dos nutrientes para a biomassa de *Spirulina platensis* utilizada neste estudo podem estar relacionadas com a espécie da microalga estudada, composição dos meios de cultivo, métodos de secagem da biomassa, entre outros.

### 3.2 propriedades tecnológicas das massas alimentícias do planejamento experimental

Na Tabela 4 está apresentada a matriz dos ensaios realizados com os valores reais e codificados das variáveis estudadas, bem como as respostas de TOC, AM, PS e textura. O TOC variou de 14,54 a 23,46 minutos (ensaios 1 e 7), podendo-se notar que a presença do HPMC na formulação causou um acréscimo na resposta. O AM variou de 99,36% a 120,97% (ensaios 5 e 2), a PS de 6,14% a 9,98% (ensaios 3 e 6). A firmeza das massas variou de 3,34 a 4,82 N (ensaios 4 e 1).

Ensaios	Variáveis Independentes		Respostas <sup>1</sup>			
	$x_1^a$	$x_2^b$	TOC (min)	AM (%)	PS (%)	Firmeza (N)
1	-1(1)	-1(0)	14,54 ± 0,52	116,798 ± 7,4	6,27 ± 0,93	4,82 ± 0,16
2	1(5)	-1(0)	17,58 ± 0,42	120,97 ± 7,98	8,16 ± 0,22	3,60 ± 0,10
3	-1(1)	1(2)	18,59 ± 0,64	99,36 ± 3,59	6,14 ± 0,23	3,59 ± 0,15
4	1(5)	1(2)	21,12 ± 0,27	111,03 ± 6,31	9,66 ± 2,44	3,34 ± 0,09
5	0(3)	0(1)	22,85 ± 0,32	99,59 ± 10,55	7,44 ± 1,03	3,92 ± 0,07
6	0(3)	0(1)	23,33 ± 0,32	105,05 ± 21,29	9,98 ± 0,32	3,60 ± 0,18
7	0(3)	0(1)	23,46 ± 0,58	117,90 ± 11,38	9,77 ± 0,54	4,10 ± 0,16
Controle	-	2%	15,82 ± 0,07	125,26 ± 4,46	7,22 ± 0,24	3,32 ± 0,09

**Tabela 4** – Tempo ótimo de cozimento (TOC), aumento de massa (AM), perda de sólidos (PS) na água de cozimento e firmeza das 7 formulações do PFC e da Formulação Controle.



<sup>1</sup>Valores expressos em médias  $\pm$  desvios-padrão (resultados representam a média de triplicatas).

<sup>a</sup>Concentração de *Spirulina platensis* (g de *Spirulina*/100g de farinha).

<sup>b</sup>Concentração de HPMC (g de HPMC/100g de farinha).

Por meio da análise dos efeitos (Tabela 5) verificou-se que as variáveis independentes apresentaram efeitos significativos ( $p \leq 0,05$ ) apenas para a resposta de firmeza das massas, sendo estes negativos, ou seja, ao passar do nível inferior para o nível superior de ambas variáveis, dentro da faixa estudada, ocorreu uma redução da firmeza das massas.

Fatores	Firmeza (N)			
	Efeito <sup>c</sup>	Erro Padrão	t (3)	p – valor
Média	3,85	8,12	48,48	0,0000
$x_1^a$	- 0,74	0,10	- 3,51	0,0391*
$x_2^b$	- 0,75	0,10	- 3,56	0,0379

**Tabela 5** – Efeitos das variáveis independentes sobre a resposta de firmeza.

<sup>a</sup>Concentração de *Spirulina platensis* (g de *Spirulina*/100g de farinha).

<sup>b</sup>Concentração de HPMC (g de HPMC/100g de farinha).

<sup>c</sup>Os efeitos são apresentados em N; \*  $p \leq 0,05$ .

Em relação ao TOC, observou-se que as respostas nos pontos centrais (3% de *Spirulina* e 1% de HPMC) apresentaram-se superiores em comparação as respostas dos demais ensaios. O ensaio 1 (1% de *Spirulina* e 0% de HPMC) por sua vez apresentou o menor TOC (14,54 min). Era esperado que houvesse uma redução do TOC ao aumentar a concentração da microalga, pois na sua composição, a *Spirulina* apresenta proteínas que não são capazes de formar a rede glúten, ou seja, a estrutura global da massa é fraca. Uma vez que a rede proteica limita a difusão de água para o centro da massa, quando mais fraca, ela facilita a difusão de água dentro da rede, reduzindo o TOC. Entretanto, em comparação a massa controle (MC), apenas o ensaio 1 apresentou menor TOC. No trabalho de Marco (2014), o TOC diminuiu ao aumentar as concentrações de *Spirulina*, resultado que difere do comportamento observado neste trabalho.

A textura é geralmente reconhecida como um importante aspecto geral da qualidade das massas. Uma textura firme e baixa aderência são importantes para os consumidores (PHONGTHAI et al., 2017). De acordo com Marchylo, Dexter e Malcolmson (2004) o teor e a qualidade das proteínas presentes nos grãos de trigo afetam o cozimento e a qualidade da textura. À medida que o teor de proteína aumenta na farinha de trigo, a massa cozida fica mais firme e menos pegajosa. Entretanto, a

incorporação de proteínas de outras fontes, como a biomassa de *Spirulina*, poderia ou não melhorar o comportamento do cozimento e a textura de massas alimentícias isentas de glúten (MARCO et al., 2014).

Observa-se na Tabela 4, que a incorporação da biomassa de *Spirulina* não melhorou a textura das massas. O aumento da concentração de *Spirulina* e HPMC resultou na diminuição da firmeza das massas, ou seja, tornou as massas mais fracas.

Além disso, a rede de proteínas e de glúten é responsável pela integridade física da massa durante o cozimento, sendo que uma estrutura mais fraca possui maior PS água de cozimento (KHAN et al., 2013). A quantidade de sólidos solúveis na água de cozimento é comumente utilizada como indicador de qualidade das massas (SUSANNA; PRABHASANKAR, 2013). De acordo com Hammel (1996), massas de qualidade muito boa possuem PS de 6%, de qualidade média até 8% e valores iguais ou acima de 10% são consideradas massas de baixa qualidade. Nos ensaios 1 a 3 (Tabela 4), os valores para a PS variaram na faixa de 6 a 9%, aproximadamente, podendo-se classificar as massas como de média qualidade.

### 3.2.1 Cor

Os valores obtidos para as medidas de cor das 7 formulações do planejamento experimental estão apresentados na Tabela 6. Observa-se na Tabela 6, que as massas tiveram redução da luminosidade ( $L^*$ ) com o aumento das concentrações de *Spirulina*. Verifica-se também que a adição de *Spirulina* aumentou o valor de  $C^*$ , o que indica que houve um aumento na intensidade da cor das massas.

Ensaio	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$h^0$	$C^*$
1	44,81 ± 4,77	-10,09 ± 0,80	19,04 ± 1,65	117,95 ± 0,38	21,55 ± 1,82
2	29,59 ± 1,56	-6,40 ± 1,50	12,67 ± 3,21	116,94 ± 0,74	14,19 ± 3,54
3	48,96 ± 3,48	-10,52 ± 0,62	20,21 ± 0,94	117,48 ± 0,30	22,78 ± 1,12
4	25,91 ± 2,76	-7,40 ± 0,47	14,77 ± 0,61	116,59 ± 0,51	16,52 ± 0,76
5	33,84 ± 4,88	-8,33 ± 0,93	18,30 ± 1,69	114,44 ± 0,81	20,11 ± 1,91
6	25,35 ± 0,31	-6,44 ± 0,39	14,29 ± 0,76	114,25 ± 0,31	15,68 ± 0,85
7	30,09 ± 5,10	-7,13 ± 0,66	15,80 ± 1,02	114,25 ± 0,63	17,34 ± 1,21
Controle	65,48 ± 4,73	-6,10 ± 0,62	22,55 ± 0,33	104,96 ± 1,81	23,76 ± 0,45

**Tabela 6** – Parâmetros de cor dos ensaios do PFC<sup>1</sup> [( $L^*$  luminosidade,  $a^*$  (conteúdo de vermelho a verde),  $b^*$  (conteúdo de amarelo a azul),  $h^0$ (tonalidade) e  $C^*$  (Croma)].

<sup>1</sup>Valores expressos em médias ± desvios-padrão (os resultados representam a média de triplicatas).

As formulações 1 e 3 possuíam adição de apenas 1% de *Spirulina*, por isso apresentaram maior luminosidade em comparação as demais. A formulação 2 e 4 possuíam 5% de *Spirulina*, o que resultou em massas com coloração mais intensa.

Já as formulações 5 a 7 foram elaboradas com 3% de *Spirulina*, apresentando uma tonalidade intermediária. Ao comparar as massas do PFC com a massa controle é visível que a concentração da *Spirulina* influenciou na cor, deixando a cor em tom verde escuro ou verde claro dependendo da quantidade adicionada.

Na Figura 1 estão ilustradas as 7 formulações do planejamento experimental e a formulação controle.



Figura 1 – Formulações do Planejamento Experimental e Formulação Controle.

### 3.3 substituição da biomassa de *Spirulina platensis* pelo concentrado proteico

Considerando como desejável uma massa alimentícia com menor tempo de cozimento, menor perda de sólidos na água, aumento de massa intermediário, e firmeza intermediária (ponto 'al dente'), escolheu-se o ensaio 2, para substituição da biomassa de *Spirulina* pelo concentrado proteico, na mesma concentração estudada (5%). A escolha também se deve ao fato de a formulação deste ensaio conter apenas *Spirulina*, na concentração de 5% (nível superior da faixa estudada e ausência de HPMC).

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados para as propriedades tecnológicas das massas. O TOC e o AM das formulações com a biomassa e com o concentrado proteico diferiram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) da formulação controle. Para a PS, firmeza e atividade de água não houve diferença entre as amostras.

Propriedade	Controle	Massa com biomassa de <i>Spirulina platensis</i>	Massa com concentrado proteico de <i>Spirulina platensis</i>
TOC (min)	15,82 <sup>b</sup> ± 0,07	17,58 <sup>a</sup> ± 0,42	18,13 <sup>a</sup> ± <b>0,39</b>
AM (%)	125,26 <sup>a</sup> ± 4,46	120,97 <sup>a</sup> ± 7,98	97,06 <sup>b</sup> ± <b>3,20</b>
PS (%)	7,22 <sup>a</sup> ± 0,24	8,16 <sup>a</sup> ± 0,22	8,71 <sup>a</sup> ± <b>2,2</b>
Firmeza (N)	3,32 <sup>a</sup> ± <b>0,09</b>	3,60 <sup>a</sup> ± <b>0,10</b>	3,37 <sup>a</sup> ± <b>0,22</b>
Aw	0,9900 <sup>a</sup> ± <b>0,0013</b>	0,9909 <sup>a</sup> ± 0,0024	0,9857 <sup>a</sup> ± <b>0,0010</b>

**Tabela 7** – Propriedades tecnológicas<sup>1</sup> das massas com concentrado e biomassa de *Spirulina platensis*.

<sup>1</sup> Valores expressos em médias ± desvios-padrão (os resultados representam a média de triplicatas). Médias marcadas com letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Marco (2014) avaliou como a adição de *Spirulina* em massa seca afetava na qualidade tecnológica e nutricional do produto. Em seu trabalho utilizou os níveis de 5, 10 e 20 g de *Spirulina*/100 g de farinha de trigo e uma massa sem adição de *Spirulina* serviu como controle. Para as análises tecnológicas, obteve menor TOC (9 minutos) para a massa com maior quantidade de *Spirulina* (20g/100g). A PS na água de cozimento aumentou conforme o aumento da adição da microalga, variando de 4,97% (massa controle), 5,72% (massa com 5g de microalga) a 7,39% (massa com 20g de microalga). O AM variou de 142,79 (5% de *Spirulina*) a 158,47% (20% de *Spirulina*).

Lemes et al., (2012), cultivaram *Spirulina* utilizando ureia como fonte de nitrogênio; esta biomassa foi aplicada em massas alimentícias frescas, utilizando farinha especial de trigo e farinha integral de trigo. Aplicaram 3 concentrações de *Spirulina* (0,5% e 10%) e observaram TOC de 5,65 (10% *S. platensis*) a 5,85 (5% *S. platensis*) minutos, perda de sólidos de 14,45 (5% *S. platensis*) a 22,20 (5% *S. platensis*).

No desenvolvimento de massa alimentícia sem glúten com elevado teor proteico obtida por processo convencional, para a massa seca, Schmiele et al. (2013) encontraram TOC que variaram de aproximadamente 5 a 10 minutos e a PS de 2,2% a 9,8%. Neste caso, acredita-se que farinha de arroz pré-gelatinizada, o isolado proteico de soja e albumina de ovo modificada e desidratada foram importantes para obtenção de massas com características melhores que a controle.

Ormenese e Chang (2003) avaliaram as qualidades de macarrão de arroz comparadas com macarrão convencional observando que para o TOC, o macarrão de arroz (11 min) apresentou maior resultado. Entretanto, os parâmetros de AM, PS e aumento de volume não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ). Na avaliação dos parâmetros de textura estudados o macarrão de arroz se apresentou mais firme e menos pegajoso que o convencional.

Os resultados encontrados para o TOC, AM e PS pelos autores citados, assemelham-se aos resultados encontrados neste trabalho.

Na Tabela 8 pode-se observar os parâmetros de cor das massas.

	Controle	Massa com biomassa de <i>Spirulina platensis</i>	Massa com concentrado proteico de <i>Spirulina platensis</i>
L*	65,48 <sup>a</sup> ± 4,73	29,59 <sup>b</sup> ± 1,56	28,30 <sup>b</sup> ± <b>0,91</b>
a*	-6,10 <sup>a</sup> ± 0,62	-6,40 <sup>a</sup> ± 1,50	-4,01 <sup>a</sup> ± <b>0,16</b>
b*	22,55 <sup>a</sup> ± 0,33	12,67 <sup>b</sup> ± 3,21	8,75 <sup>b</sup> ± 0,15
h <sup>0</sup>	104,96 <sup>b</sup> ± 1,81	116,94 <sup>a</sup> ± 0,74	114,66 <sup>a</sup> ± 1,26
C*	23,76 <sup>a</sup> ± 0,45	14,19 <sup>b</sup> ± 3,54	9,63 <sup>b</sup> ± <b>0,08</b>

**Tabela 8** – Parâmetros de cor<sup>1</sup> [(L\* luminosidade, a\* (conteúdo de vermelho a verde), b\* (conteúdo de amarelo a azul), h<sup>0</sup>(tonalidade) e C\* (Croma)].

<sup>1</sup>Valores expressos em médias ± desvios-padrão (os resultados representam a média de triplicatas). Médias marcadas com letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Analisando-se a Tabela 8, para os parâmetros L e b\*, as amostras com a biomassa e com o concentrado proteico diferiram significativamente (p<0,05) da amostra controle; o parâmetro a\* não apresentou diferença entre as amostras.

De acordo com Teba (2009) a luminosidade está relacionada com a quantidade de luz que é refletida pela amostra, ou seja, quanto mais luz é refletida, maior será o valor de L\* e vice-versa. Este componente expressa a intensidade do branco nas amostras. A amostra controle, por ter um tom amarelado, apresentou maior luminosidade; a massa com o concentrado proteico apresentou tonalidade mais escura que a massa com a biomassa, e saturação menor.

Figueira (2011) adicionou diferentes concentrações de *Spirulina* em pão sem glúten e observou uma luminosidade de 75,15 para massa controle; conforme o acréscimo da concentração de *Spirulina* (2, 3, 4 e 5%), observou a diminuição da luminosidade, chegando a 28,83. A *S. platensis* aumentou também o valor de C\*, de 7,03 (massa controle) para 16,56, indicando aumento na intensidade da cor dos pães; porém, essa intensidade se reduziu com o aumento das concentrações, dando aos pães uma aparência mais fosca. Para o ângulo “hue”, identificou que o pão controle apresentou valor de 102,85, estando mais próximo do ângulo de 90°, o que indica coloração amarela. Quanto mais o ângulo se direciona para 180°, mais a superfície tende ao verde, fato que se observou nos pães adicionados de *S. platensis*. O mesmo comportamento observado para a coloração dos pães também foi observado nas massas alimentícias desenvolvidas neste trabalho.

### 3.3.1 Composição centesimal das massas alimentícias

Na Tabela 9 está disposta a composição centesimal das massas. Aplicaram-se os fatores conversão de nitrogênio em proteína de 5,95 para as massas, pois a proteína do arroz é constituída por diferentes frações proteicas, a glutelina, maior fração presente no grão, correspondendo de 70 a 80% do teor de proteína total do



grão de arroz polido, contém 16,8% de nitrogênio, sendo por isso considerado no caso do arroz o fator de 5,95 para conversão do nitrogênio em proteína (TEBA, 2009). Já para biomassa e concentrado proteico, de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2003), utilizou-se 6,25 como fator de conversão.

	Controle	Massa com biomassa de <i>Spirulina platensis</i>	Massa com concentrado proteico de <i>Spirulina platensis</i>
Umidade (%)	24,94 <sup>a</sup> ± 3,67	28,70 <sup>a</sup> ± 0,49	26,62 <sup>a</sup> ± 1,05
Proteína (%)	8,31 <sup>c</sup> ± 0,11	10,25 <sup>b</sup> ± 0,09	12,32 <sup>a</sup> ± 0,26
Lipídeos (%)	6,11 <sup>a</sup> ± 0,02	5,58 <sup>a</sup> ± 0,24	5,45 <sup>a</sup> ± 0,71
Cinzas (%)	1,14 <sup>b</sup> ± 0,06	1,44 <sup>a</sup> ± 0,13	1,23 <sup>ab</sup> ± 0,01
Carboidratos (%)	59,51 <sup>a</sup> ± 3,55	54,03 <sup>a</sup> ± 0,83	54,38 <sup>a</sup> ± 0,35

**Tabela 9** – Composição centesimal<sup>1</sup> da massa controle e das massas com biomassa e concentrado proteico de *Spirulina platensis*.

<sup>1</sup>Valores expressos em médias ± desvios-padrão (os resultados representam a média de triplicatas). Médias marcadas com letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Observou-se na Tabela 9 que a massa alimentícia adicionada de concentrado proteico de *Spirulina platensis* apresentou maior teor proteico (12,32%) diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) das demais amostras. Em relação à umidade, lipídios e carboidratos as amostras não apresentaram diferença significativa entre si. Para cinzas a amostra com concentrado proteico de *S. platensis* não diferiu das demais amostras, no entanto a amostra controle e a com biomassa de *S. platensis* diferiram significativamente entre si.

Os valores encontrados para umidade de massa alimentícia fresca tanto para a massa com a biomassa (28,70%) quanto à massa com o concentrado (26,72%) encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação a qual preconiza uma umidade máxima de 35% para as massas frescas (BRASIL, 2000).

Barros (2010) e Lemes et al. (2012) também elaboraram massas adicionadas de *Spirulina platensis*. Utilizando a mesma concentração de biomassa aplicada neste trabalho (5%) de biomassa, Barros (2010) obteve uma massa alimentícia com a seguinte composição centesimal: 11,67% de proteína, 2,59% de lipídeos, 32,67% de umidade e 0,92% de resíduo mineral fixo. Lemes et al. (2012), por sua vez, elaborou massa alimentícia com farinha de trigo enriquecida com *Spirulina* e observaram 10,32% de proteína, 11,90% de lipídios, 3,44% de cinzas e 26,60% de umidade para uma formulação com 5% de biomassa; ainda, elaboraram massas com farinha integral de trigo enriquecida com 5% de *Spirulina* e encontraram teores de proteína de 9,80%, lipídios 10,80%, cinzas 4,19% e umidade de 26,13%. Os resultados encontrados em ambos estudos foram semelhantes aos apresentados na Tabela 9 para a massa alimentícia isenta de glúten com adição de 5% da biomassa de *Spirulina*.



### 3.3.2 Cálculo da ingestão diária recomendada de proteína fornecida pelas massas alimentícias

Estudos relatam que ratos alimentados com *Spirulina* absorveram 60% mais ferro do que os que utilizavam suplemento de sulfato ferroso. Já para humanos, avaliou-se a influência da suplementação de *Spirulina* na função imunológica, onde concluiu-se que a microalga pode melhorar a anemia e imunossenescência de indivíduos com mais idade. Sendo a anemia um dos principais problemas de saúde pública no Brasil e do mundo, a *Spirulina* pode melhorar o quadro de indivíduos anêmicos servindo como suplemento e coadjuvante no tratamento (OLIVEIRA et al., 2013).

A RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005, apresenta o “Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais” (BRASIL, 2005). De acordo com essa legislação, uma porção de (100 g) da massa alimentícia com o concentrado proteico desenvolvida neste trabalho fornece 94,75% da ingestão diária para uma criança de 1 a 3 anos, contra 78,88% oferecidos pela massa com a biomassa de *Spirulina platensis*. Para um adulto a massa com o concentrado fornece 24,63% da ingestão diária contra 16,62% fornecidos pela massa controle.

Na Tabela 10 estão dispostos os percentuais da ingestão diária fornecida pelas massas alimentícias deste trabalho.

Faixa etária	IDR (g) *	Controle	Massa com biomassa de <i>Spirulina platensis</i>	Massa com concentrado proteico de <i>Spirulina platensis</i>
1 – 3 anos	13	63,93	78,88	94,75
4 – 6 anos	19	43,74	53,97	64,83
7 – 10 anos	34	24,45	30,16	36,23
Adulto	50	16,62	20,51	24,63
Gestante e Lactante	71	11,71	14,44	17,35

**Tabela 10** – Percentual de proteína nas massas com base na IDR para cada faixa etária.

Valores expressos em percentuais (%). \*Fonte: Brasil (2005).

Barros (2010) realizou a mesma analogia e concluiu que quanto maior a concentração da microalga adicionada nas massas alimentícias, maior foi a porcentagem fornecida das necessidades diárias em uma porção de 100 gramas de massa alimentícia. Para a formulação com 5%, encontrou a porcentagem de ingestão diária para uma criança no valor de 89,77% e para um adulto, 23,34%. A formulação com 15% de *Spirulina*, apresentou uma porcentagem de ingestão diária de 112,92% para crianças de 1 a 3 anos, e 29,36% para adultos. Os resultados da formulação com 5% foram semelhantes aos apresentados na Tabela 10 para a massa elaborada com a biomassa de *Spirulina* neste trabalho

Os dados da Tabela 10 comprovam que *Spirulina* pode aumentar a qualidade nutricional na dieta diária de qualquer indivíduo. Os celíacos, por possuírem uma dieta

muitas vezes carente de nutrientes, serão beneficiados ao consumir apenas uma porção de massa alimentícia com adição da microalga.

#### 4 | CONCLUSÃO

O desenvolvimento de massa alimentícia sem glúten com adição de *Spirulina* demonstrou o potencial desta microalga no enriquecimento de nutrientes nas massas, em especial no teor de proteínas. Nas massas contendo *Spirulina*, os teores de proteína foram maiores do que na formulação controle, o que de fato comprova que *Spirulina* aumenta a qualidade nutricional dos alimentos, podendo compor a dieta celíaca de forma a servir de suplemento. A massa alimentícia desenvolvida com o concentrado proteico apresentou propriedades tecnológicas semelhante à massa com a biomassa (10,25% de proteína), diferindo significativamente no teor de proteína (12,32%), ambas podendo ser indicadas como produtos com elevado teor proteico, quando comparado às massas alimentícias sem glúten existentes no mercado, os quais fornecem em média 7g proteína/100g de massa alimentícia.

Quanto às qualidades tecnológicas, pode-se concluir que é possível se obter uma massa alimentícia sem glúten com a adição de *Spirulina*, em composição adequada para resultar em parâmetros de qualidade tecnológica desejável. Quanto aos parâmetros de cor, conforme se aumenta a concentração de *Spirulina* reduz a luminosidade e saturação das amostras, levando a tonalidade verde. No entanto, considerando que já existem massas alimentícias coloridas (verdes, amarelas, vermelhas) no mercado, esse fato não influenciaria negativamente na comercialização do produto desenvolvido neste estudo.

#### REFERÊNCIAS

A.A.C.C. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 10. ed. Saint Paul: AACCC Internacional, 2000.

A.A.C.C. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. Saint Paul: AACCC Internacional, 1983.

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (United States of America). **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington D.C.: AOAC, 1990.

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (United States of America). **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997.

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (United States of America). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 16. ed. Estados Unidos: AOAC International, 1998.

AL-DHABI, N. A. Heavy metal analysis in commercial *Spirulina* products for human

consumption. **Saudi Journal of Biological Sciences**, Saudi Arabia, v. 20, n. 4, p. 383-388, Outubro 2013.

BARROS, K. K. D. S. **Produção de biomassa Arthrospira platensis (Spirulina platensis) para alimentação humana**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução RDC n.360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução RDC n.269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da União, Brasília, 22 set. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº.93 de 31 de outubro de 2000. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massa Alimentícia. Diário Oficial da União, Brasília, 31 out. 2000.

CAPELLI, B.; CYSEWSKI, G. R. Potential health benefits of spirulina microalgae. **Nutra Foods**, v. 9, n. 2, p. 19-26, 2010.

FIGUEIRA, F. D. S.; CRIZEL, T. M.; SILVA, C. R.; SALAS-MELLADO, M.M. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, p. 308-316, 2011.

HABIB, M. A. B.; PARVIN, M.; HUNTINGTON, T. C.; HASAN, M. R. **A review on culture , production and use of spirulina as food for humans and feeds for**. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1034. 33 p. Rome, 2008.

HAMMEL, C. **Macaroni products: manufacture, processing and packing**. London: Food Trade Press, Ltd., 1966, 287p.

KHAN, I.; YOUSIF, A.; JOHNSON, S. K.; GAMLATH, S. Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta. **Food Research International**. v. 54, n. 1, p. 578-586, 2013.

KOTZE, S. L. M. Doença celíaca. **Jornal Brasileiro de Gastroenterologia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 23-34, 2006.

KRUPA-KOZAK, U.; WRONKOWSKA, M.; SORAL-ŚMIETANA, M. Effect of Buckwheat Flour on Microelements and Proteins Contents in Gluten-Free Bread. **Czech J. Food Sci.**, v. 29, n. 2, p. 103-108, 2011.

LEMES, A. C.; TAKEUCHI, K. P.; CARVALHO, J.C.M.; ELIANE DALVA GODOY DANESI, E. D. G. Fresh Pasta Production Enriched with *Spirulina platensis* Biomass. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, n.5, p. 741-750, 2012.

LUPATINI, A. L.; BISPO, L. O.; COLLA, L. M.; COSTA, J. A. V.; CANAN, C.; COLLA, E. Protein and carbohydrate extraction from *S. platensis* biomass by ultrasound and mechanical agitation. **Food Research International**, v. 99, p. 1028–1035, 2017.

MARCHYLO, B.; DEXTER, J.; MALCOLMSON, L. **Improving the texture of pasta**. In D. Kilcast (Ed.), *Solid foods: Vol. 2. Texture in food*. New York: Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC. 2004.

MARCO, E. R. D.; STEFFOLANI, M. E.; MARTÍNEZ, C. S.; LEÓN, A.E. Effects of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta. **LWT - Food Science and Technology**, v. 58, p. 102-108, 2014.

MARIOTTI, M.; LUCISANO, M.; PAGANI, M. A.; NG, P. K. W. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. **Food Research International**, v. 42, p. 963-975, 2009.

MARTI, A.; SEETHARAMAN, K.; PAGANI, M. A. Rice-based pasta: A comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking. **Journal of Cereal Science**, n.52, p.404-409, 2010.

MORAIS, M. G. D.; MIRANDA, M. Z. D.; COSTA, J. A. V. Biscoitos de Chocolate Enriquecidos com Spirulina Platensis: Características Físico-Químicas, Sensoriais e Digestibilidade. **Alimentos e Nutrição**. v. 14, p. 323-328, 2006.

NEVORAL, J. Celiac Disease in Children: What Has Changed?. **International Journal of Celiac Disease**. p. 18-23, 2014.

OLIVEIRA, C. A. D.; CAMPOS, A. A. O.; RIBEIRO, S. M. R.; OLIVEIRA, W. C.; NASCIMENTO, A. G. Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria Spirulina. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**. v. 1, n. 5, p. 52-59, 2013.

ORMENESE, R. C. S. C.; CHANG, Y. K. Macarrão de arroz: Características de Cozimento e Textura em Comparação com Macarrão Convencional e Aceitação pelo Consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 6, n. 1, p. 91-97. 2003.

PHONGTHAI, S.; D'AMICIO, S.; SCHOENLECHNER, R.; HOMTHAWORNCHOO, W.; RAWDKUEN, S. Effects of protein enrichment on the properties of rice flour based gluten-free pasta. **LWT - Food Science and Technology**. v. 80, p. 378-385, 2017.

RICHMOND, A. **Handbook of microalgal mass culture**. Florida: CRC Press; 1990.

SCHMIELE, M.; JAEKEL, L. Z.; ISHIDA, P. M. G.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Massa Alimentícia sem glúten com elevado teor proteico obtida por processo convencional. **Ciência Rural**. 43, n.5, p.908-914, 2013.

SUSANNA, S.; PRABHASANKAR, P. A study on development of Gluten free pasta and its biochemical and immunological validation. **LWT - Food Science and Technology**. v. 50, p. 613-621, 2013.

TEBA, C. S. **Elaboração de massas alimentícias pré-cozidas à base de farinha mista de arroz polido e feijão preto sem casca pelo processo de extrusão termoplástica**. Dissertação. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica - Rio de Janeiro. 2009.

TURNER, J. R. O Trato Gastrointestinal. In: ABBAS, A. K.; FAUSTO, N.; KUMAR, V. **Patologia - Bases Patológicas das Doenças**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

## OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO VEGETAL DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE CAJU (*ANACARDIUM OCCIDENTALE*) PARA ELABORAÇÃO DE SOBREMESA NÃO LÁCTEA

**Dayana do Nascimento Ferreira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Currais Novos – RN

**Ranúzia Maria de Melo Lopes**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Currais Novos – RN

**RESUMO:** Diante da demanda por alimentos que possam substituir o leite, os extratos vegetais estão cada vez mais em foco e tornando-se significativo a elaboração dos mesmos, dando uma alternativa para os consumidores com dietas restritas de lactose e proteína do leite bem como também para os veganos. Objetivou-se, no presente trabalho, a produção e caracterização físico-química do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju para elaboração de uma sobremesa não láctea tipo pudim. A obtenção do extrato vegetal foi realizada segundo metodologia descrita por Albuquerque (2012) adaptada. As análises realizadas foram acidez, pH, umidade, cinzas, proteína e extrato seco total. A partir do extrato vegetal foi elaborado a sobremesa não láctea tipo pudim, que foi submetida a análise microbiológica. Os resultados das análises qualificaram o produto final com boas

características expressando possível alternativa para diversificar, no mercado, os produtos para atender ao público alvo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Extrato Hidrossolúvel, Castanha de caju, lactose.

**ABSTRACT:** Faced with the demand for foods that can substitute for milk, vegetable extracts are increasingly in focus and making them meaningful, giving an alternative for consumers with restricted diets of lactose and milk protein as well as for vegans. The objective of this work was the production and physical-chemical characterization of the water-soluble extract of the cashew nut to prepare a non-dairy dessert type pudding. The extraction of the vegetal extract was carried out according to the methodology described by Albuquerque (2012) adapted. The analyzes were acidity, pH, moisture, ashes, protein and total dry extract. From the vegetable extract, the non-dairy dessert type pudding was elaborated, which was submitted to microbiological analysis. The results of the analyzes qualified the end product with good characteristics expressing a possible alternative to diversify, in the market, the products to serve the target public.

**KEYWORDS:** Hydrosoluble extract, Cashew nuts, Lactose.

## 1 | INTRODUÇÃO

No leite e em seus derivados, o carboidrato (açúcar) disponível é a lactose que consiste de um dissacarídeo que é formado por dois monossacarídeos, a glicose e a galactose (VOET, 2008).

Alguns indivíduos desenvolvem reações adversas após a ingestão desses alimentos dentre ao quais se caracterizam a intolerância à lactose e alergia a proteína do leite. A explicação da intolerância à lactose se dá por estes indivíduos não possuírem ou pelo organismo produzir em quantidades insuficientes a enzima lactase, que é responsável por quebrar o carboidrato, provocando desconforto gastrointestinal (GASPARIN; TELES; ARAUJO, 2010).

Os sintomas da intolerância à lactose variam de indivíduo para indivíduo dependendo de alguns fatores, dentre eles o grau de deficiência de lactose, do tempo de ingestão, da quantidade, da velocidade do esvaziamento gástrico e intestinal como também da flora intestinal do paciente. A intolerância, também denominada de síndrome clínica, desenvolvem sintomas tais como diarreia, náusea, dor abdominal, flatulência e/ou distensão abdominal sempre que for ingerido lactose ou alimentos que apresentem em sua composição a lactose, podendo ocorrer em qualquer idade (TUMAS; CARDOSO, 2008).

É rotineiro a relação que estabelecem entre a intolerância à lactose com alergia a proteína do leite, tratando-os até como sinônimos, devido apresentarem quase sempre os mesmos sintomas, porém ambas podem ser consideradas reações de hipersensibilidade alimentar. A intolerância caracteriza-se por uma reação adversa, reprodutível, que ocorre após a exposição a um determinado alimento, neste caso o leite, já a alergia, não envolve o sistema imune, nem causa anafilaxia (reação alérgica mais grave) (PÁDUA et al., 2016).

A alergia é definida como reações variáveis que é apresentada posterior a ingestão dos alimentos que por sua vez dependem de intervenção imunológica. Quanto a sua classificação, depende do mecanismo imunológico podendo ser reações mistas, divididas em tóxicas e não tóxicas. As reações tóxicas não dependem da vulnerabilidade individual, os sintomas são causados pela ingestão de um alimento. Já as reações não-tóxicas dependem da fragilidade do indivíduo, os sintomas provêm de deficiências enzimáticas ou outras alterações orgânicas que prejudicam a correta digestão dos alimentos (Sociedade Brasileira de Pediatria SBP, 2012).

O problema da alergia ocorre devido às reações com o componente proteico do leite e está referente as proteínas do leite de vaca com maior poder alergênico denominadas de caseína (MORAIS et al., 2010).

Os extratos vegetais são uma forma de substituição do leite de vaca, são chamados popularmente de “leite vegetal”, apresentam uma grandeza de nutrientes e está se tornando um mercado crescente devido a sua constante busca bem como o baixo custo de produção. São preparados a partir de grãos, de sementes, de amêndoas, de



cereais ou até mesmo de fruta (PRUDÊNCIO; BENEDETI, 1999).

Do mesmo modo que são bebidas isentas de gordura animal contendo elevado teor de minerais, dispendo em seus aspectos de vitalidade algum apelo nutricional e comercial (CARVALHO et al., 2011).

Os extratos vegetais além de serem uma ótima alternativa para os intolerantes e alérgicos, servem também como opção para aqueles que levam uma alimentação vegetariana. Exemplo disto é o “leite de soja” que após recentes estudos divulgados sobre os benéficos alcançados pelo mesmo, dentre eles a prevenção das doenças crônico-degenerativas e a atuação como alimento funcional, o consumo dos extratos vem aumentando gradativamente. No entanto possui fatores antinutricionais, agindo como inibidores reduzindo a absorção de nutrientes (SILVA, 2008).

A forma de obtenção do extrato pode derivar de diversos alimentos, um belo exemplo é o leite extraído da amêndoa da castanha de caju, por retratar um alto valor nutritivo, enriquecido com proteínas, carboidratos, gordura instaurada, fibras, fosfato, cálcio magnésio e zinco (PAIVA; GARRUTTI; SILVA NETO, 2000).

As amêndoas de castanha de caju destacam-se das demais nozes, por disponibilizarem alto teor de proteína, o qual apresenta em sua composição nove dos aminoácidos essenciais, tendo o ácido oléico predominante (ANDRADE NETO, 2006). Simboliza um dos principais produtos de utilização do cajueiro, assim como também retrata um sabor bastante agradável apreciado por grande parte da população (CÂMARA, 2010).

Para elaboração do extrato podem ser utilizadas as amêndoas das que não se enquadram nos padrões para exportação devido durante o processamento nas indústrias de beneficiamento de castanha de caju ocorrer com muita frequência a quebra das amêndoas durante o procedimento, afetando uma queda do preço médio de exportação, ocasionados da etapa da quebra da casca da castanha conhecida como decorticação. Com base nessas situações procura-se métodos e alternativas tecnológicas oportunos para fabricação de novos produtos utilizando as amêndoas quebradas (ANDRADE NETO, 2006).

A partir deste contexto, objetivou-se no presente trabalho avaliar as características físico-químicas do extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju, para elaboração de sobremesa não láctea, tornando-se uma opção para os consumidores com dietas com restrição de leite de vaca.

## **2 | MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Obtenção do extrato da amêndoa da castanha de caju**

O trabalho foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN – Campus Currais Novos. As análises físico-químicas

e microbiológicas foram realizadas nos laboratórios de Análise de Alimentos e Análise Microbiológicas.

As amêndoas de castanhas de caju necessárias para realização do trabalho foram provenientes do beneficiamento de castanha de caju (Produtos MB) situada na Serra de Santana no município de Cerro Corá/ RN. A obtenção do extrato vegetal foi realizada segundo metodologia descrita por Albuquerque (2012) adaptada. Utilizou-se 1 kg de amêndoas da castanha de caju cruas em pedaços, as quais possuem menor preço em relação as demais, já que são usadas para fins diversos como incrementos de produtos de confeitaria e não necessita que a amêndoa esteja inteira.

Após pesagem das amêndoas as quais já estavam sem película as mesmas foram lavadas com água potável, para remover possíveis sujidades. Foram deixadas em um recipiente embebidas em água na temperatura ambiente durante 12 horas de repouso. Com intuito de absorverem água e assim ficarem maleáveis.

Posteriormente foi drenada toda água adicionada na etapa anterior para proceder o cozimento. As amêndoas foram adicionadas em um recipiente, seguindo de água potável em quantidade suficiente para cobri-las, levadas ao fogo até se obter fervura e retiradas na sequência. A etapa é para facilitar a trituração das mesmas. Após cozimento foram deixadas em repouso por 5 minutos.

Passado o tempo determinado toda água do cozimento foi drenada com auxílio de uma peneira. As amêndoas foram então trituradas em liquidificador industrial higienizado com água clorada, adicionado de 3 litros de água potável, até completa homogeneização. Após obtenção do extrato com auxílio de peneiras e pano de prato devidamente higienizados, o extrato foi coado com intuito de separá-lo do resíduo sólido gerado, nomeado de torta.

O extrato foi submetido a pasteurização lenta (65°C por 30 minutos) em fogão doméstico com auxílio de termômetro para controle de temperatura seguido do envase em embalagens plásticas e armazenado em câmara fria com temperatura de 2°C.

## **2.2 Elaboração da sobremesa não láctea tipo pudim**

Para elaboração da sobremesa não láctea, foi utilizado 300 mL do extrato vegetal da amêndoa da castanha de caju obtido na etapa anterior, juntamente com 200 mL de extrato vegetal de coco “leite de coco”, 3 unidades de ovos, 300 g de açúcar, 3 g de amido e 0,5 g de essência de baunilha seguindo metodologia descrita por Lobo (2012) adaptado.

A junção de todos os ingredientes foi em liquidificador doméstico, batidos aproximadamente durante 5 minutos para obter completa homogeneização. Para o preparo da calda foi usado 170 g (1 xícara) de açúcar e levados ao fogo até caramelização (etapa complementar). O cozimento foi em forno pré-aquecido e mantendo a temperatura em 200 °C durante 3 horas. Logo após, a sobremesa não láctea foi embrulhada em papel alumínio e conservado na geladeira.

## 2.3 Análises físico-químicas

Foi realizado no extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju, as análises seguindo as metodologias descritas no manual de métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008), todas em triplicatas.

A análise de pH foi realizada através da medida direta em potenciômetro calibrado com pH=4 e pH=7.

Acidez total titulável foi definido por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N padronizado usando como indicador fenolftaleína a 5%.

O teor de umidade foi determinado em estufa de secagem, à 105°C, até obtenção de peso constante por 3 horas.

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado pelo método gravimétrico de incineração, aquecido em mufla à 550°C.

Os teores proteicos foram alcançados por meio da análise de nitrogênio, segundo o método de Kjeldahl, sendo utilizado o fator de 6,25 para conversão do nitrogênio em proteína bruta. O método é dividido em digestão das proteínas, destilação e titulação.

O valor do extrato seco total foi alcançado por meio da subtração da parte inteira (cem por cento) pelo percentual de umidade encontrado.

## 2.4 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas na sobremesa não láctea foram, coliformes totais e determinação de bolores e leveduras, seguindo as técnicas de Silva et al. (2010).

Para análise de bolores e leveduras foi utilizado como diluente água peptonada a 1% e tubos de diluições com 9 mL, pesando-se 25 g da amostra já contendo água peptonada. Logo após feita a distribuição das alíquotas nos demais tubos seguindo as diluições seriadas até 10<sup>3</sup> com o mesmo diluente, o plaqueamento em superfície, e incubando em estufa em temperatura ambiente durante 5 dias.

Coliformes totais após as diluições os tubos do caldo Lauri Sulfato Triptose (LST) contendo 10 mL (teste presuntivo), foram armazenados em estufa a 35°C para verificar possível crescimento e produção de gás.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização físico-química

Na Tabela 1 são dispostos as médias da composição centesimal (g/100 g) do extrato vegetal da amêndoa da castanha de caju e de diferentes extratos vegetais encontrados na literatura.

Componentes (g/100 g)	Resultados do presente trabalho*	Amêndoa de castanha de caju (Morais, 2009)	Amêndoa de baru (Oliveira, 2015)	Amendoim (Albuquerque, 2012)
Acidez	0,14±0,00	-	-	0,43
pH	6,72±0,08	6,09	-	6,67
Umidade	89,5±5,10	83,41	85,89	89,03
Cinzas	0,3±0,02	0,41	0,4	0,18
Proteínas	2,9±0,3	4,74	3,8	4,03
Lipídeos	-	6,20	4,25	-
Sólidos totais	10,4±5,10	16,59	-	10,96
Carboidratos	-	5,24	1,76	-

Tabela 1: Médias da composição centesimal (g/100 g).

\*Valores constituem média ± desvio padrão de triplicatas.

Os resultados das análises realizadas no extrato, são similares ao do leite de vaca tipo A, conforme a instrução normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. O qual dispõe dos requisitos físicos e químicos com os limites de tolerância, para proteína com quantidade mínima de 2,9 o mesmo valor foi alcançado na pesquisa, quanto a acidez titulável deve estar na faixa de 0,14 a 0,18, o trabalho atingiu média de 0,14, e para extrato seco a quantidade mínima é de 8,4, sendo que o valor obtido durante a análise foi de 10,4 estando assim dentro dos padrões de comparação.

No presente estudo, os dados obtidos corroboram com resultados próximos aos encontrados por Albuquerque (2012) e Morais (2009), os quais objetivaram em seus trabalhos a obtenção dos extratos de amendoim e da amêndoa da castanha de caju respectivamente. As etapas do procedimento para obtenção do extrato vegetal de alguma forma influenciam nos resultados dos parâmetros nutricionais e sensoriais, bem como sua composição centesimal, fato que justifica a discrepância de alguns valores das análises em relação a demais extratos.

Estabelecendo uma comparação entre os resultados, é perceptível que o valor médio para pH de 6,72 e 6,67 extrato da amêndoa da castanha de caju e extrato de amendoim respectivamente, são bastante semelhantes e quando comparados com o extrato elaborado por Morais (2009), todos são relativamente ácidos, como também possui valores bem próximos de umidade e sólidos totais encontrados por Albuquerque (2012).

O extrato vegetal da amêndoa da castanha de caju bem como o extrato de amendoim elaborado por Albuquerque (2012), dispõe de alto teor de umidade, situação que pode ser explicado em razão de que as amêndoas passam por um longo período de descanso embebidos em água para facilitar a trituração, do mesmo modo que sofrem cozimento, fatos esses que favorece a maior absorção de água.

Por sua vez possui acidez relativamente baixa, já a respeito dos sólidos totais e da quantidade de proteínas o trabalho de Morais (2009), e Oliveira (2015), resultaram em

valores bastante alto comparados ao obtido no estudo em questão, fato justificado em virtude das diferentes formulações para obtenção dos extratos usado pelos autores, como exemplo a temperatura de cozimento ou pasteurização influência diretamente no teor de proteína. Quanto ao teor de cinzas alcançado, é considerado próximo aos valores dos demais extratos.

### 3.2 Análise microbiológica

O resultado das análises de bolores e leveduras expresso em Unidade Formadora de Colônia (UFC/mL) e determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais, executado na sobremesa não láctea tipo pudim são apresentados na Tabela 2, todas foram realizadas em triplicata.

Análises	Valores
Coliformes à 35°C (NMP/ mL)	< 3NMP/mL
Bolores e leveduras (UFC/mL)	Ausência

Tabela 2: Resultados das análises microbiológicas realizadas na sobremesa não láctea tipo pudim.

Coliformes a 35 °C foram ausentes em todas as amostras, estando assim dentro dos padrões estabelecidos pelo regulamento técnico nº 12, de janeiro de 2001, o qual dispõe sobre o valor máximo de 10 NMP/g (BRASIL, 2001). Para análise de bolores e leveduras o resultado também foi a ausência de crescimento dos mesmos, nesse sentido todas as amostras apresentaram respostas negativas no que se refere a contaminação.

## 4 | CONCLUSÃO

A escolha do extrato vegetal da amêndoa da castanha de caju para elaboração da sobremesa não láctea tipo pudim se mostrou bastante viável, uma vez que agrega valor a matéria prima usada, e os resultados obtidos das análises físico-químicas apresentaram boas características, algumas até semelhantes ao leite bovino, já que a proposta do trabalho é a sua substituição na formulação da sobremesa.

No que se refere as análises microbiológicas tanto para bolores e leveduras como para coliformes, feitas na sobremesa não láctea teve respostas nulas, isto é, o produto foi elaborado com os devidos cuidados os quais garantiram toda segurança.

Sugere-se para trabalhos futuros a correção da formulação do pudim, tal como o desenvolvimento de mais testes afim de melhorar sua consistência. Bem como também realizar análise sensorial de aceitação e intenção de compra. A utilização do extrato vegetal da amêndoa da castanha de caju agrega a possibilidade de reaproveitamento das amêndoas as quais não se enquadram dentro dos padrões para comercialização,

assim como para elaboração de novos produtos que possam diversificar as opções para o público de intolerantes à lactose, alérgicos à proteína do leite de origem animal e veganos.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Esther Maria Barros de. **Produção de “leite de amendoim” e estudo da aflatoxina durante o seu armazenamento.** 2012. 123 f. Dissertação (Mestrado Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa Centro de Tecnologia e Recursos Naturais Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campina Grande – Paraíba, 2012.

ANDRADE NETO, Júlio César de **Competitividade na pequena produção agroindustrial: estudo na agroindústria da castanha de caju.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal; UFRN, 2006. 78p. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/14972>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico que dispõe sobre Padrões Microbiológicos sanitários para Alimentos.** Brasília, 2001. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC\\_12\\_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b)>. Acesso em: 16 jul. 2018.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. **Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel.** Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/EMATER/DOC/DOC000000000001051.PDF>>. Acesso em: 19 jul. 2018.

CÂMARA, Cristiane Rodrigues Silva. **Indicadores de qualidade de amêndoas de castanha de caju em pedaços durante o processo industrial.** 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza - Ce, 2010. Disponível em: <<http://www.ppgcta.ufc.br/CRISTIANE%20RODRIGUES%20C%20MARA.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

CARVALHO, Webber Tavares de et al. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. **Pesquisa Agropecuária Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 3, p.422-429, jul. 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2530/253020125006.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

GASPARIN, R.F. S; TELES, J M; ARAUJO, S. C. Alergia à proteína do leite de vaca versus intolerância à lactose: as diferenças e semelhanças. **Rev 0ahUKEwj1tpXkyKrXAhWHGZAKHTtZBxkQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fperiodicos.unicesumar.edu.br%2Findex.php%2Fsaudpesq%2Farticle%2Fview%2F1069&usg=AOvVaw3yLAX6PC\_QEIRO-dXCOBXC**>. Acesso em: 17 jul. 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4. ed. São Paulo, 2008.

LOBO, Rita. **Cozinha de estar:** receitas práticas para receber. 2. ed. São Paulo: Paralela, 2012.



MORAIS, Ana Cristina da Silva. **Desenvolvimento, otimização e aceitabilidade de extrato hidrossolúvel da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.)**. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará Centro de Ciências Agrárias Departamento de Tecnologia em Alimentos, Fortaleza-CE, 2009. Disponível em: <<http://www.ppgcta.ufc.br/anacrismorais.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

MORAIS, M. B. et al. Alergia à proteína do leite de vaca. **Revista Pediatria Moderna**, v. 46, n. 5, p. 165-182, 2010. Disponível em: <[http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id\\_materia=4457](http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id_materia=4457)>. Acesso em: 18 jul. 2018.

OLIVEIRA, Ariany Cândia D'. **Desenvolvimento de bebida aromatizada da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado Curso de Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-oeste) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2015. Disponível em: <<http://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/1754>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

PÁDUA, Inês et al. **Alergia alimentar na restauração**. Porto: Programa Nacional Para A Promoção da Alimentação Saudável Direção-geral da Saúde Alameda D. Afonso Henriques, 45 - 1049-005 Lisboa, 2016. Disponível em: <[https://www.alimentacaosaudavel.dgs.pt/activeapp/wp-content/files\\_mf/1464873118AlergiaAlimentarnaRestaurac%CC%A7a%CC%83o.pdf](https://www.alimentacaosaudavel.dgs.pt/activeapp/wp-content/files_mf/1464873118AlergiaAlimentarnaRestaurac%CC%A7a%CC%83o.pdf)>. Acesso em: 17 jul. 2018.

PAIVA, F.F. de A.; GARRUTI, D. dos S.; SILVA NETO, R.M. da. **Aproveitamento Industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88p. (Embrapa-CNPAT. Documentos, 38). Disponível em: <<http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00066970.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

PRUDENCIO, Elane Schwenden; BENEDET, Honório Domingos. Aproveitamento do soro de queijo na obtenção do extrato hidrossolúvel de soja, **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v. 19, n. 1, 97-101, 1999. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611999000100017>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

SILVA, D. T. **Extrato de Soja: características, métodos de obtenção e compostos benéficos a saúde humana**. Pelotas: UFPel, 2008, 34p. (Monografia do curso de Bacharelado em Química de Alimentos). Disponível em: <<https://quimicadealimentos.files.wordpress.com/2009/08/extrato-de-soja.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

SILVA, Neusely da et al. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010. 624 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. SBP. **Manual de orientação para a alimentação do lactente, do pré-escolar, do escolar, do adolescente e na escola**. 3. ed. Rio de Janeiro. SBP, 2012. 148 p. Disponível em: <[http://www.sbp.com.br/fileadmin/user\\_upload/pdfs/14617a-pdmanualnutrologia-alimentacao.pdf](http://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/pdfs/14617a-pdmanualnutrologia-alimentacao.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2018.

TUMAS, R; CARDOSO, A.L. Como conceituar diagnosticar e tratar a intolerância à lactose. **Revista Clínica e terapêutica**, v.34, n.1, p.13-20, 2008. Disponível em: <[http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id\\_materia=3697](http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?fase=r003&id_materia=3697)>. Acesso em: 18 jul. 2018.

VOET, D. **Fundamentos de bioquímica: a vida em nível molecular**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2008. 215 p.

## USO DE CARRAGENA NA MICROENCAPSULAÇÃO DE EUGENOL

### **Ruth dos Santos da Veiga**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos,  
Departamento de Alimentos, Medianeira – PR

### **Rosana Aparecida da Silva-Buzanello**

Universidade Estadual de Londrina, Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Londrina – PR

### **Fernando Reinoldo Scremin**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Laboratório de Análise Térmica e Espectroscopia de Combustíveis e Materiais, Departamento de Química, Medianeira – PR

### **Daneysa Lahis Kalschne**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Central Analítica Multiusuário de Medianeira,  
Departamento de Química, Medianeira – PR

### **Éder Lisandro de Moraes Flores**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Pós-graduação em Processos Químicos e Biotecnológicos, Departamento de Química, Medianeira – PR

### **Cristiane Canan**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos,  
Departamento de Alimentos, Medianeira – PR.  
E-mail para contato: canan@utfpr.edu.br

ar de entrada e vazão de alimentação), na microencapsulação de eugenol e o efeito da carragena como agente encapsulante. As condições operacionais foram variadas por meio de um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) do tipo 2<sup>2</sup> com triplicata no ponto central. As microcápsulas de eugenol foram obtidas pelo preparo de uma suspensão de carragena como agente encapsulante e Tween 80 como surfatante, tendo o teor de sólidos totais fixado em 0,55% (m/m) na suspensão e proporção de eugenol:sólidos fixada em 1:10 (m/m). Para caracterização das microcápsulas foi determinada a recuperação percentual de eugenol (RE %) e a eficiência de encapsulação (EE %) do processo por espectroscopia UV-Vis e, a morfologia por microscopia óptica. Valores de RE de no máximo 12% foram obtidos e as condições operacionais estudadas não influenciaram significativamente ( $p > 0,05$ ), demonstrando que ocorreram perdas operacionais de eugenol durante o processo de obtenção das microcápsulas. A EE variou de 18,0 a 84,8% e, o termo quadrático para vazão de alimentação apresentou influência na resposta avaliada ( $p < 0,05$ ). A análise de superfície de resposta e curva de contorno permitiu determinar regiões ótimas nas condições estudadas para obter maior EE, sendo selecionada a temperatura de

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o efeito da variação das condições operacionais de secagem por atomização (temperatura do

151 °C e a vazão de 0,6 L h<sup>-1</sup>. As microcápsulas apresentaram morfologia esférica/oval.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Spray Drying*, DCCR, Óleos essenciais, Eficiência de encapsulação, Microcápsulas.

**ABSTRACT:** The objective of this research was to evaluate the effect of the spray drying operational conditions (inlet air temperature and feed flow) in eugenol microencapsulation and the effect of the carrageenan as an encapsulating agent. The operational conditions were varied through a Central Composite Rotatable Design (CCRD) 2<sup>2</sup> with a triplicate at the central point. Eugenol microcapsules were obtained by preparing a suspension of carrageenan as encapsulating agent and Tween 80 as surfactant, having the total solids content set at 0.55% (w/w) in the suspension and the ratio of eugenol:solids fixed at 1:10 (w/w). To characterize the microcapsules, the percentage of the recovery of eugenol (RE%) and the encapsulation efficiency (EE%) of the process by UV-Vis spectroscopy and morphology by optical microscopy were determined. RE values up to 12% were obtained and the operational conditions studied did not influence microencapsulation process ( $p > 0.05$ ), demonstrating that operational losses of eugenol occurred during the microcapsules obtaining process. The EE ranged from 18.0 to 84.8%, and the quadratic term for feed flow presented an influence on the evaluated response ( $p < 0.05$ ). The response surface analysis and contour curve allowed to determine optimal regions under the conditions studied to obtain higher EE, equivalent a temperature of 151 °C and a flow rate of 0.6 L h<sup>-1</sup>. The microcapsules presented spherical/oval morphology.

**KEYWORDS:** Spray Drying, CCRD, Essential Oils, Encapsulation Efficiency, Microcapsules.

## 1 | INTRODUÇÃO

O composto fenólico 4-alil-2-metoxifenol conhecido como eugenol é o principal constituinte do óleo de cravo, podendo ser encontrado em óleos e extratos de outras plantas, tais como, canela, manjeriço e noz-moscada (LIOLIOS et al., 2009; JOHNY et al., 2010; CASTILLO et al., 2014; PAN et al., 2014). É amplamente utilizado como um agente aromatizante de alimentos e como um aditivo para indústrias de perfumaria e cosméticos (BASKARAN et al., 2010; DEVI et al., 2010).

O eugenol apresenta-se como um composto alternativo para a substituição de aditivos artificiais utilizados em alimentos em virtude de suas propriedades antioxidantes (OGATA et al., 2000; JIROVETZ, 2006) e antimicrobianas contra diferentes microrganismos, tais como, *Staphylococcus aureus* (WALSH et al., 2003), *Escherichia coli* (WALSH et al., 2003, TEIXEIRA et al., 2013), *Listeria monocytogenes* (FILGUEIRAS; VANETTI, 2006; TEIXEIRA et al., 2013), *Salmonella typhi* (DEVI et al., 2010), *Listeria innocua* (GARCÍA-GARCÍA et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2013), *Brochothrix thermosphacta*, *Pseudomonas putida*, *Salmonella typhimurium* e

*Shewanella putrefaciens* (TEIXEIRA et al., 2013). Contudo, sua aplicação é limitada devido a sua volatilidade, instabilidade e sensibilidade frente ao oxigênio, luz e calor durante o processamento, utilização e armazenamento (CHOI et al., 2009; GARG; SINGH, 2011).

O processo de microencapsulação tem possibilitado a aplicação de diversos tipos de compostos, considerados tecnicamente inviáveis, que por meio do seu revestimento tornaram-se possíveis de uso (GHARSALLAOUI et al., 2007; ROCHA et al., 2012). A microencapsulação tem sido utilizada em larga escala como alternativa para utilização do eugenol, tanto para indústrias alimentícias quanto para farmacêuticas (CHOI et al., 2009, WORANUCH; YOKSAN, 2013; CHEN; ZHANG; ZHONG, 2015).

Mourtzinou et al. (2008), Choi et al. (2009) e Garg e Singh (2011) demonstraram que o processo de microencapsulação tem se tornado atrativo em função de seus benefícios. Destacam-se a facilidade de manuseio, aumento da estabilidade frente a oxidação, retenção dos compostos voláteis, além da liberação controlada do aditivo por meio de uma cápsula ou membrana, a qual separa fisicamente a substância sensível do ambiente que poderia causar sua decomposição. A eficiência da microencapsulação e a estabilidade dos compostos microencapsulados dependem, fundamentalmente, do material utilizado como agente encapsulante, também chamado, material de parede (LIU et al., 2001; ZBICINSKI et al., 2002; WANG et al., 2009). O agente encapsulante é selecionado em função de suas propriedades físicas, do material de núcleo (agente ativo), da aplicação pretendida, do método utilizado para obtenção das micropartículas e/ou microcápsulas, do mecanismo de liberação, bem como, das características desejadas no produto final (SANTOS; FERREIRA; GROSSO, 2000; GOUIN, 2004; BOTREL et al., 2012).

Os materiais usados como agentes encapsulantes incluem: carboidratos (amidos, maltodextrinas, xarope de milho, dextrana, sacarose, ciclodextrina e celulose), gomas (goma arábica, ágar, alginato de sódio e carragena), lipídios (cera, parafina, ácido esteárico, triestearina, mono e diglicerídeos, óleos e gorduras) e proteína, as de origem animal (proteínas do soro de leite, gelatina, caseína) e vegetal (de soja, ervilha e de cereais) (DUBEY et al., 2009; NESTERENKO et al., 2013).

A carragena é um hidrocolóide, ou seja, polissacarídeo que contém a capacidade de formar géis ou soluções viscosas com a água, controlando assim a atividade de água e conferindo textura e corpo aos alimentos fabricados. Apresentam também função de agentes emulsificantes, espessantes, geleificantes e estabilizantes de emulsões (TRCKOVÁ et al., 2003).

Apesar de haver diversas técnicas de microencapsulação, o método secagem por atomização (*spray drying*) é o mais utilizado na indústria de alimentos (WANG et al., 2009; CHATTERJEE; BHATTACHARJEE, 2013). Dentre as vantagens da microencapsulação na secagem por atomização está o fato de o processo ser relativamente simples, econômico, flexível e produzir partículas de boa qualidade. A rápida evaporação da água da matriz polimérica durante a secagem e um menor tempo

de resistência da amostra na câmara de secagem, faz com que a amostra permaneça a uma temperatura abaixo de 100 °C, o que permite que o processo possa ser utilizado para substâncias termossensíveis (GHARSALLAOUI et al., 2007; JAFARI et al., 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da variação das condições operacionais de secagem por atomização: temperatura do ar de entrada e vazão de alimentação, na microencapsulação de eugenol em carragena.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Eugenol (Vetec™, Sigma-Aldrich, 97,5%), Etanol P.A. (Neon, 99,5%) e Tween 80 (Synth, grau analítico) foram utilizados no preparo da fase orgânica. Água destilada a temperatura de 60 °C e carragena (C1013, Sigma-Aldrich, grau comercial) foram utilizados no preparo da fase aquosa.

### 2.2 Preparo da suspensão

A microencapsulação de eugenol em carragena foi realizada, inicialmente, pela obtenção de uma suspensão mediante o preparo de uma fase aquosa e uma fase orgânica. A fase aquosa consistiu na dissolução de carragena (2,0 g) em água destilada (400 mL) a temperatura de 60 °C sob agitação mecânica vigorosa por 15 minutos, com auxílio de um agitador magnético. A fase orgânica foi preparada pela solubilização de eugenol (0,2 g) e Tween 80 (0,12 g) em etanol (10 mL) a temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C), por 5 minutos. Após a obtenção das duas fases, a fase orgânica foi adicionada lentamente à fase aquosa mantendo a mistura sob agitação vigorosa por mais 5 minutos. Em seguida, a suspensão foi homogeneizada utilizando um agitador mecânico (Modelo 713D, Fisaton, São Paulo, Brasil), operando a 1500 rpm durante 15 minutos.

O teor de sólidos totais foi fixado em 0,55% (m/m) na suspensão final antes da atomização, onde a proporção de eugenol:sólidos foi fixada em 1:10 (m/m).

### 2.3 Secagem por atomização

A obtenção das microcápsulas foi realizada por meio da secagem da suspensão por atomização. O processo foi realizado em um secador laboratorial Mini *Spray Dryer* (Labmarq - MSD 1,0, São Paulo, Brasil) com câmara de secagem de 500 mm × 150 mm, bico atomizador tipo duplo fluido, com orifício de 1,2 mm de diâmetro, variando a vazão da alimentação da amostra e a temperatura do ar de entrada do equipamento na secagem de acordo com o delineamento experimental descrito no item 2.3.



## 2.4 Delineamento composto central rotacional (DCCR)

As condições operacionais do atomizador, temperatura do ar de entrada e vazão de alimentação variaram com o objetivo de avaliar a influência destes parâmetros na encapsulação do eugenol. Para tanto, foi realizado um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com duas variáveis independentes, três pontos centrais, quatro pontos fatoriais e quatro pontos axiais, totalizando 11 ensaios. Os níveis reais e codificados das variáveis independentes  $X_T$  (Temperatura do ar de entrada, °C) e  $X_V$  (Vazão de alimentação, L.h<sup>-1</sup>) foram selecionados com base em estudos preliminares e estão apresentados na Tabela 1.

Fatores	Níveis				
	-1,41	-1	0	+1	+1,41
$X_T$ - Temperatura do ar de secagem (°C)	109	115	130	145	151
$X_V$ - Vazão de alimentação (L h <sup>-1</sup> )	0,46	0,50	0,60	0,70	0,74

Tabela 1. Níveis reais e codificados das variáveis temperatura e vazão de alimentação.

Os ensaios para encapsulação do eugenol foram realizados aleatoriamente e as microcápsulas foram acondicionados em frascos plásticos hermeticamente fechados, vedados com Parafilm®, e armazenados sob a temperatura de  $5 \pm 1$  °C até o momento das análises. Foram avaliadas a recuperação percentual de eugenol e a eficiência de encapsulação.

Para análise de efeitos, regressão, variância e superfície de repostas utilizou-se o *software* Statistica 8.0 ( $p \leq 0,05$ ) (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA).

## 2.5 Determinação da recuperação percentual de eugenol

Com o objetivo de estimar a estabilidade da suspensão obtida e quantificar o conteúdo real de eugenol após a microencapsulação, determinou-se a recuperação percentual de eugenol (RE %). Para tanto, alíquotas de 10 mg da amostra foram transferidas em um béquer, dissolvidas em 5 mL de água destilada e aquecidas em banho-maria a 60 °C por 30 min. Posteriormente, adicionou-se 5 mL de etanol e as amostras foram transferidas para tubos de centrifuga com capacidade de 250 mL e centrifugadas (Hettich Zentrifugen, Rotina 420 – Tuttleingen, Germany) a 9.000 rpm por 15 minutos a temperatura de 10 °C. Em seguida, o sobrenadante foi analisado no comprimento de onda de 283 nm, usando um espectrofotômetro UV-Vis (Perkin Elmer, Lambda XLS- Beaconsfield, UK) e a concentração de eugenol determinada mediante uma curva de calibração descrita no item 2.6.

O cálculo para RE (%) está apresentado na Equação 1.

$$RE \text{ (\%)} = \frac{[eugenol]_{real}}{[eugenol]_{inicial}} \times 100 \quad (1)$$



Em que, RE (%) = recuperação percentual de eugenol;  $[\text{eugenol}]_{\text{real}}$  = concentração de eugenol determinada após secagem por atomização;  $[\text{eugenol}]_{\text{inicial}}$  = concentração de eugenol adicionada no preparo da suspensão.

## 2.6 Determinação da eficiência de encapsulação de eugenol

A eficiência de encapsulação de eugenol (EE %) permite identificar a quantidade de eugenol retido nas microcápsulas. Para tanto, inicialmente, realizou-se a remoção do eugenol não encapsulado das microcápsulas, onde 10 mg das amostras de microcápsulas foram lavadas com etanol (5 mL) com o auxílio de papel filtro quantitativo 25  $\mu$  e bomba a vácuo em funil de Buchner de 10 cm de diâmetro. Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 60 °C por 20 minutos. Após a secagem, as amostras foram removidas do papel filtro, solubilizadas em água e etanol e analisadas no UV-Vis conforme procedimento já descrito no item 2.4.

A Equação 2 apresenta o cálculo utilizado para determinação EE (%).

$$EE (\%) = \frac{[\text{eugenol}]_{\text{retido}}}{[\text{eugenol}]_{\text{real}}} \times 100 \quad (2)$$

Em que: EE (%) = eficiência de encapsulação de eugenol;  $[\text{eugenol}]_{\text{real}}$  = quantidade de eugenol presente nas microcápsulas após secagem por atomização;  $[\text{eugenol}]_{\text{retido}}$  = quantidade de eugenol presente nas microcápsulas após remoção do eugenol não encapsulado por lavagem com etanol.

## 2.7 Curva de calibração do eugenol

Para determinar a concentração de eugenol nas microcápsulas foi realizada uma curva de calibração de eugenol. Preparou-se uma solução estoque de eugenol em etanol com a concentração de 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$  e, em seguida, foram preparadas diluições desta solução estoque, obtendo-se as concentrações de 80, 60, 40, 20, 12 e 4  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . Posteriormente, determinou-se a absorvância das concentrações do pico de maior absorvância para o eugenol, 283 nm (SHINDE; NAGARSENKER, 2011).

## 2.8 Morfologia

A morfologia das microcápsulas foi analisada por microscopia óptica utilizando microscópio óptico Olympus (TVO 63XC - Tokyo, Japan) e o programa de captura de imagens DP25 - BSW. As análises foram realizadas através da observação de lâminas contendo microcápsulas suspensas em água destilada utilizando lente ocular com aumento de 10 x e objetiva com aumento de 10, 20 e 40 e 100 x.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cálculos de RE (%) e EE (%) das microcápsulas obtidas foram realizados com base na equação da reta obtida a partir da curva de calibração de eugenol ( $y = 0,018x - 0,010$ ;  $R^2 = 0,999$ ).

A determinação da quantidade real de eugenol ao final do processo de microencapsulação foi necessária para se conhecer a quantidade real de eugenol presente nas microcápsulas, uma vez que perdas do composto ativo podem ocorrer durante a formação das mesmas. Desta forma, a determinação da recuperação percentual de eugenol permite avaliar a estabilidade deste processo.

A Tabela 2 apresenta a matriz dos ensaios codificada e os resultados para a RE (%) e EE (%). Observou-se que a recuperação percentual média de eugenol não foi superior a 12,1%, indicando possíveis perdas operacionais durante o processo e sugerindo baixa estabilidade da suspensão obtida. Há poucos relatos na literatura de autores que determinam a recuperação percentual do composto ativo encapsulado. Silva-Buzanello et al. (2014) estudaram a recuperação percentual de curcumina no processo de nanoencapsulação em poli (L-ácido láctico) (PLLA) e este parâmetro variou entre 97,3% e 77,2%, considerados elevados e indicativos de estabilidade no processo de obtenção de suas nanopartículas.

Ensaio	$X_T$	$X_V$	Recuperação (%)	Eficiência (%)
1	-1	-1	8,1 ± 0,6	47,8 <sup>abc</sup> ± 4,3
2	1	-1	9,4 ± 0,0	36,5 <sup>bc</sup> ± 0,9
3	-1	1	8,4 ± 0,3	84,6 <sup>ab</sup> ± 7,3
4	1	1	6,5 ± 0,4	84,7 <sup>ab</sup> ± 0,7
5	-1,41	0	5,1 ± 0,2	85,6 <sup>a</sup> ± 1,7
6	1,41	0	7,4 ± 0,3	82,7 <sup>ab</sup> ± 4,1
7	0	-1,41	8,8 ± 0,0	43,3 <sup>abc</sup> ± 2,6
8	0	1,41	12,1 ± 0,3	20,2 <sup>c</sup> ± 2,2
9	0	0	9,6 ± 0,0	71,9 <sup>ab</sup> ± 0,0
10	0	0	8,8 ± 0,0	64,8 <sup>ab</sup> ± 5,9
11	0	0	6,9 ± 0,2	69,0 <sup>ab</sup> ± 3,1
<i>p</i> (ANOVA)			0,378	0,040

Tabela 2. Matriz dos ensaios codificada e os valores das respostas obtidas para a recuperação percentual e eficiência de encapsulação de eugenol.

$X_T$ : temperatura de ar de secagem (°C);  $X_V$ : vazão de alimentação (L h<sup>-1</sup>); Médias de recuperação percentual de eugenol e de eficiência de encapsulação acompanhadas de desvio padrão (n = 3). Letras sobrescritas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos.

Apesar dos resultados de RE (%) reportados no presente trabalho serem baixos, do total de eugenol presente nas microcápsulas foi possível obter uma eficiência média de até 85,6% dentre as condições estudadas. Chatterjee e Bhattacharjee (2013) reportaram valores médios de 62% para eficiência de encapsulação de microcápsulas

de extrato de cravo rico em eugenol encapsulado em matrizes de maltodextrina e goma arábica, utilizando a técnica de secagem por atomização, com uma proporção de 1:4,8:2,4 de extrato de cravo:maltodextrina:goma arábica. Esses resultados foram similares aos obtidos para o ponto central do presente trabalho.

Os efeitos estimados para RE (%) são apresentados na Tabela 3. As variáveis estudadas, vazão de alimentação e temperatura do ar de entrada, não foram significativas ( $p > 0,05$ ). A baixa RE (%) observada também pode ser explicada pelo fato do uso de apenas um agente encapsulante o qual não ocasionou um aprisionamento efetivo do eugenol em sua estrutura, facilitando sua perda por volatilização durante a obtenção das microcápsulas. Alguns autores reportaram a combinação de agentes encapsulantes com o intuito de melhorar as propriedades das microcápsulas obtidas. Cano-Higueta et al. (2015) encapsularam oleorresina de cúrcuma pelo método de secagem por atomização utilizando misturas binárias e ternárias de diferentes agentes encapsulantes (goma arábica, maltodextrina e amido de milho modificado). A eficiência de encapsulação variou de 8 a 46% e foi influenciada significativamente pela formulação do material de parede. O maior valor de eficiência foi encontrado quando se utilizou mistura binária de goma arábica e de amido modificado.

Fatores	Efeitos	Erro padrão	$t_{\text{Calc}}$ (5)	$p$ -valor
Média	8,43	0,91	9,26	0,0002*
( $X_T$ ) Temperatura (L)	0,66	1,12	0,59	0,5734
( $X_T$ ) Temperatura (Q)	-2,32	1,33	-1,74	0,1418
( $X_V$ ) Vazão (L)	0,51	1,12	0,46	0,6642
( $X_V$ ) Vazão(Q)	1,90	1,33	1,43	0,2128
( $X_V$ ) x ( $X_T$ )	-1,60	1,58	-1,01	0,3569

Tabela 3. Efeitos estimados e  $p$ -valor para recuperação de eugenol.

$X_T$ : temperatura de ar de secagem ( $^{\circ}\text{C}$ );  $X_V$ : vazão de alimentação ( $\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$ );  $R^2 = 0,64$ ; \* $p < 0,05$

Segundo Trindade et al. (2008) o uso de carboidratos como agentes encapsulantes em combinação com proteínas pode ser uma alternativa para o aumento da estabilidade na microencapsulação. Esta combinação foi comprovada por Bae e Lee (2008) que utilizaram maltodextrina em combinação com proteína de soro de leite, em proporções variadas, para encapsulação de óleo de abacate utilizando a técnica de secagem por atomização, reportando valores de eficiência de encapsulação entre 45 e 66%, não sendo observada diferença significativa entre as amostras.

A análise de efeitos estimados para os resultados de EE (%) foi determinada onde, inicialmente, observou-se que nenhum dos termos apresentou influência significativa na resposta avaliada ( $p > 0,05$ ). Contudo, ao adicionar os termos de menor significância ao resíduo do modelo, constatou-se que o termo vazão no modelo quadrático passou a ser significativo ( $p < 0,05$ ), apresentando efeito negativo (Tabela 4).

Fatores	Efeitos	Erro padrão	$t_{\text{Cal}}(7)$	$p$ -valor
Média	68,54	9,47	7,24	< 0,0002*
( $X_T$ ) Temperatura (Q)	18,47	13,86	1,33	0,2243
( $X_V$ ) Vazão (L)	13,15	11,61	1,13	0,2949
( $X_V$ ) Vazão (Q)	-34,24	13,86	-2,47	0,0428*

Tabela 4. Efeitos estimados e  $p$  valores para eficiência de encapsulação de eugenol (%).

$X_T$ : temperatura de ar de secagem (°C);  $X_V$ : vazão de alimentação (L.h<sup>-1</sup>); R<sup>2</sup>= 0,63; \*  $p < 0,05$

Como o efeito quadrático da vazão ( $X_V$ ) foi significativo ( $p < 0,05$ ), determinou-se a equação do modelo para previsão da EE (%) das microcápsulas produzidas (Equação 3).

$$EE(\%) = 68,5 + 9,2x_T^2 + 6,6x_V - 17,19,2x_V^2 \quad (3)$$

A análise de variância para a eficiência de encapsulação é apresentada na Tabela 5, onde, pode-se observar que o valor de  $F_{\text{calculado}}$  foi superior ao  $F_{\text{tabelado}}$  indicando que o modelo é válido para prever a eficiência de encapsulação de eugenol considerando as condições estudadas. Desta forma, foram obtidas a superfície de resposta e a curva de contorno para eficiência de encapsulação de eugenol (Figura 1).

Fontes de variação	SQ	GL	QM	$F_{\text{calc}}$	$F_{\text{tab}}$	$p$ -valor
Tratamentos	3375,6	3	1125,2	4,8	4,3	0,0403*
Resíduos	1642,0	7	234,58			
Total	5017,6	10				R <sup>2</sup> = 63%

Tabela 5. Análise de variância (ANOVA) para eficiência de encapsulação de eugenol.

SQ: soma dos quadrados, GL: graus de liberdade, QM: quadrados médios,  $F_{\text{calc}}$ : F calculado,  $F_{\text{tab}}$ : F tabelado, \* $p < 0,05$ .

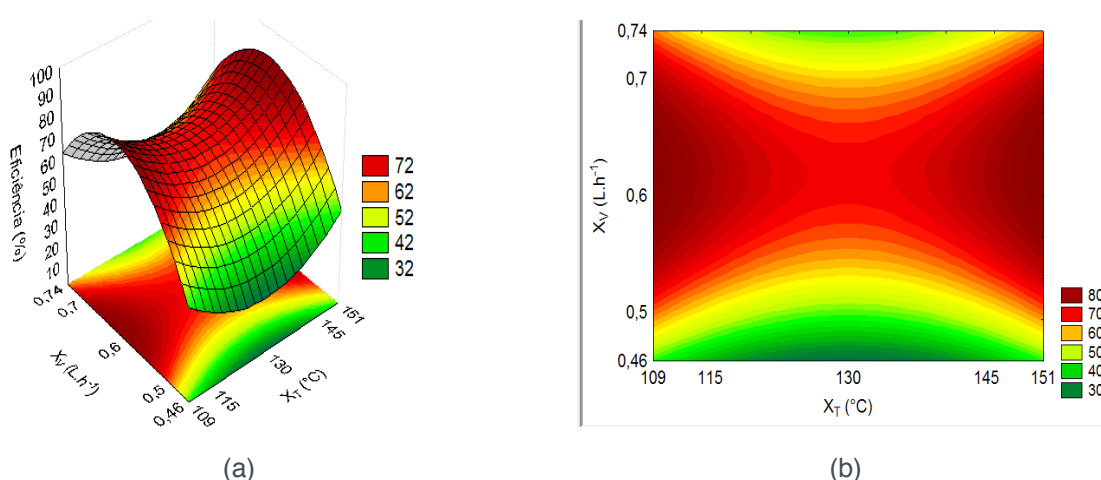


Figura 1. Superfície de resposta (a) e curva de contorno (b) para a eficiência de encapsulação de eugenol.

Considerando que o aumento da vazão do nível inferior para o nível superior causou efeito negativo na EE (%), possibilitando maiores valores de eficiência próximos

ao ponto central e, que a faixa de temperatura estudada não apresentou influência significativa, a vazão de 0,6 L h<sup>-1</sup> (região do ponto central) e temperatura de 151 °C (ponto axial superior) foram consideradas como condições adequadas para seguir a estudos posteriores. Com relação a temperatura do ar de entrada, a maior temperatura foi selecionada pois, quando a vazão de 0,6 L h<sup>-1</sup> foi utilizada e esta foi combinada com temperatura inferior a 151 °C observou-se a formação de filme no interior da câmara de secagem, recorrente e espesso, reduzindo o rendimento do pó obtido, assim, optou-se pelo uso da temperatura de 151 °C que não diferiu significativamente das demais temperaturas utilizadas nos valores de EE obtidos.

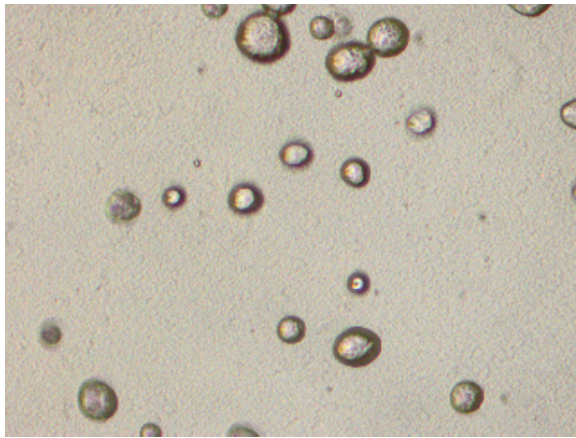
Alguns estudos têm reportado a influência da temperatura do ar de entrada na eficiência de microencapsulação de óleos e aromas obtidos por atomização. Jafari et al. (2008) reportaram que temperaturas do ar de entrada suficientemente altas (160 a 220 °C) permitem a rápida formação de uma membrana semipermeável na superfície da micropartícula resultando em maior eficiência de retenção do composto encapsulado.

Balasubramani et al. (2015) estudaram o efeito da variação dos parâmetros de concentração do material do núcleo (10, 20 e 30%), do material de parede (40, 50 e 60%) e temperatura do ar de entrada (180, 200 e 220 °C) na obtenção de oleoresina de alho microencapsulada em maltodextrina por atomização. A condição otimizada foi obtida, sendo de 10% de material de núcleo, 60% de material de parede e 200 °C de temperatura do ar de secagem, com base na máxima eficiência de encapsulação obtida (81,9%). Segundo os autores, com o aumento da temperatura do ar de entrada, inicialmente, houve um aumento da eficiência de encapsulação, que diminuiu drasticamente quando a temperatura atingiu 220 °C, o que pode ser explicado pelo desequilíbrio entre a taxa de evaporação de água e formação de película, que provoca a ruptura das microcápsulas e, assim, pode resultar em uma baixa eficiência de encapsulação. No presente estudo, apesar da diferença entre o tipo de óleo estudado e o agente encapsulante, o aumento da temperatura do ar de entrada (109 a 151 °C) não resultou em alterações significativas, variando de 85,6 a 82,7%.

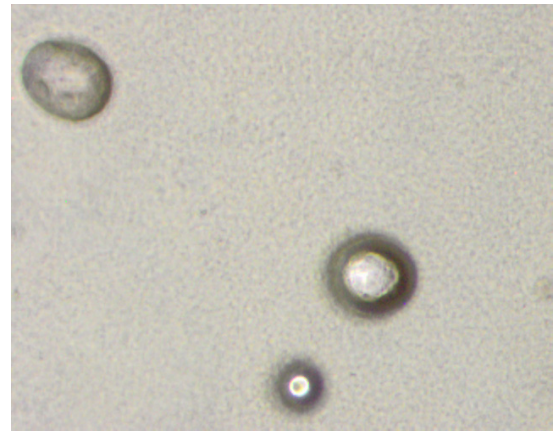
### 3.1 Morfologia das microcápsulas

A morfologia das microcápsulas de eugenol que apresentaram maiores valores de EE (%) foi avaliada por microscopia óptica (Figuras 2, 3 e 4). De modo geral, pode-se observar que as microcápsulas apresentaram variabilidade de tamanhos, morfologia esférica/oval, sem rachaduras ou fissuras aparentes, contudo a formação de aglomerados de partículas, comuns na microencapsulação, não foi observada. Resultados similares foram obtidos por Wang et al. (2011) nas amostras de microcápsulas de óleo de peixe encapsulado em proteína de cevada na secagem por atomização a temperatura de 150 °C.



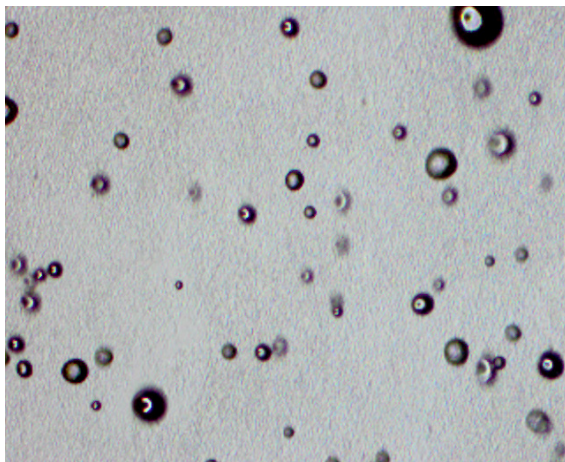


(a)

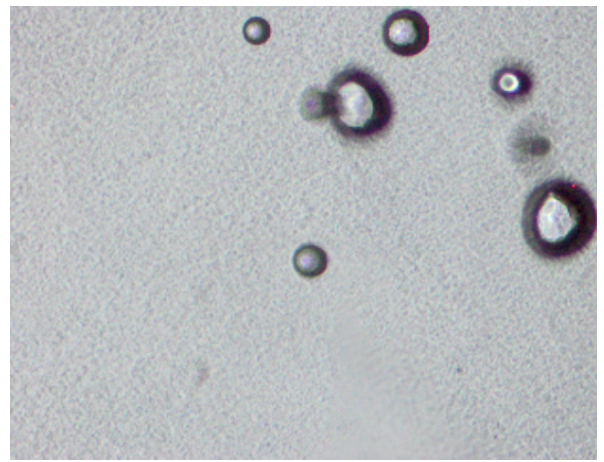


(b)

Figura 2. Imagens obtidas por microscopia óptica das microcápsulas atomizadas a temperatura de 115 °C e com vazão de alimentação de 0,70 L.h<sup>-1</sup> (ensaio 3, EE = 84,6%), com aumento de 200 x (a) e 400 x (b).

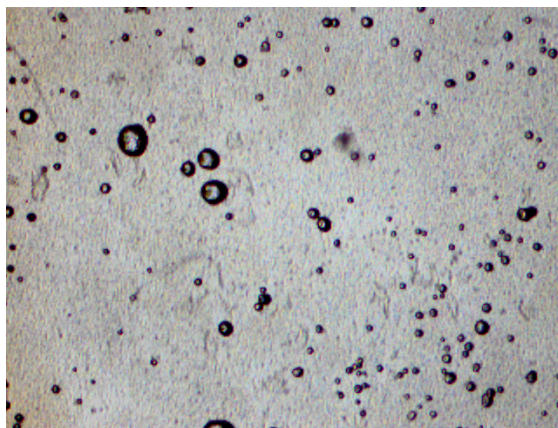


(a)

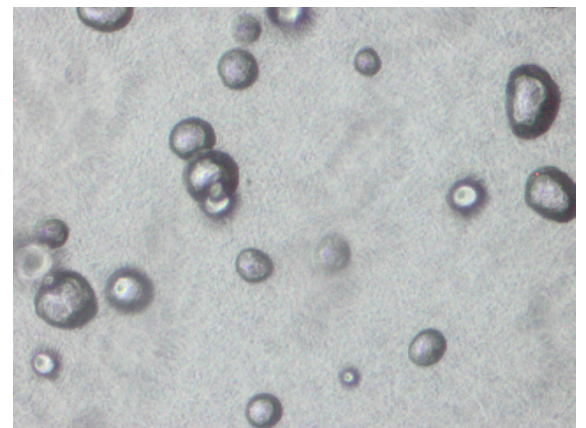


(b)

Figura 3. Imagens obtidas por microscopia óptica das microcápsulas atomizadas a temperatura de 109 °C e com vazão de alimentação de 0,60 L.h<sup>-1</sup> (ensaio 5, EE = 85,6%) com aumento de 100 x (a) e 200 x (b).



(a)



(b)

Figura 4. Imagens obtidas por microscopia óptica das microcápsulas atomizadas a temperatura de 151 °C e com vazão de alimentação de 0,60 L.h<sup>-1</sup> (ensaio 6, EE = 82,7%), com aumento de 100 x (a) e 200 x (b).

Boa esfericidade e ausência de fissuras nas microcápsulas indicam a formação de um filme contínuo na parede externa e podem justificar uma maior eficiência de



encapsulação, devido a uma baixa permeabilidade a gases, obtendo uma maior proteção e retenção das substâncias voláteis (AGHBASHLO et al., 2013; KHA et al., 2014).

#### 4 | CONCLUSÃO

Devido a baixa estabilidade da suspensão composta apenas por carragena ocorreu perda parcial de eugenol durante a microencapsulação, comprovado pela recuperação percentual média inferior a 12,1% nas condições estudadas. Entretanto, a eficiência de encapsulação foi elevada, de até 85,6%. As microcápsulas visualizadas por microscopia óptica apresentaram morfologia esférica/oval, sem rachaduras ou fissuras aparentes e sem formação de aglomerados de partículas, indicando que a carragena é uma alternativa viável como agente encapsulante de óleos essenciais. Estudos futuros da combinação da carragena com outros agentes encapsulantes como por exemplo, proteínas, com o intuito de aumentar a recuperação de eugenol e a eficiência de encapsulação são opções interessantes.

#### REFERÊNCIAS

AGHBASHLO, M.; MOBLI, H.; MADADLOU, A.; DAFIEE, S. Influence of wall material and inlet drying air temperature on the microencapsulation of fish oil by spray drying. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 1561-1569, 2013.

BAE, E. K.; LEE, S. J. Microencapsulation of avocado oil by spray drying using whey protein and maltodextrin. **Journal of Microencapsulation**, v. 25, p. 549-560, 2008.

BALASUBRAMANI, P.; PALANISWAMY, T. P.; VISVANATHAN, R.; THIRUPATHI, V.; SUBBARAYAN, A.; PRAKASH-MARANE, J. Microencapsulation of garlic oleoresin using maltodextrin as wall material by spray drying technology **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 72, p. 210-217, 2015.

BOTREL, A. D.; BORGES, V. S.; FERNANDES, R. B. V. R.; VIANA, D. A.; COSTA, G. M. J.; MARQUES, R. G. Evaluation of spray drying conditions on properties of microencapsulated oregano essential oil. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 2289-2296, 2012.

CANO-HIGUITA, D. M.; VELEZ, H. A. V.; TELIS, V. R. N. Microencapsulation of turmeric oleoresin in binary and ternary blends of gum arabic, Maltodextrin and modified starch. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 2, p. 173-182, 2015.

CASTILLO, S.; PÉREZ-ALFONSO, C. O.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; GUILLÉN, F.; SERRANO, M.; VALERO, D. The essential oils thymol and carvacrol applied in the packing lines avoid lemon spoilage and maintain quality during storage. **Food Control**, v. 35, p. 132-136, 2014.

CHANDI, G. K.; SOGI, D. S. Functional properties of rice bran protein concentrates. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 592-597, 2007.

CHATTERJEE, D.; BHATTACHARJEE, P. Comparative evaluation of the antioxidant efficacy of encapsulated and un-encapsulated eugenol-rich clove extracts in soybean oil: Shelf-life and frying stability of soybean oil. **Journal of Food Engineering**, v. 117, p. 545-550, 2013.

CHEN, H.; ZHANG, Y.; Q. ZHONG. Physical and antimicrobial properties of spray-dried zein–casein nanocapsules with co-encapsulated eugenol and thymol. **Journal of Food Engineering**, v. 144, n. 93-102, 2015.

CHOI, M.-J.; SOOTTITANTAWAT, A.; NUCHUCHUA, O.; MIN, S.-G; RUKTANONCHAI, U. Physical and light oxidative properties of eugenol encapsulated by molecular inclusion and emulsion diffusion method. **Food Research International**, v. 42, p. 148-156, 2009.

DEVI, K. P.; NISHA, A. S.; SAKTHIVEL, R.; PANDIAN, K. S.; Eugenol (an essential oil of clove) acts as an antibacterial agent against *Salmonella typhi* by disrupting the cellular membrane. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 130, p. 107–115, 2010.

DUBEY, R.; SHAMI, T. C.; BASHKER RAO, K. U. Microencapsulation technology and applications. **Defence Science Journal**, v. 59, n. 1, p. 82-95, 2009.

FILGUEIRAS, C. T., VANETTI, M. C. D. Effect of eugenol on growth and Listeriolysin O production by *Listeria monocytogenes*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, p. 405–409, 2006.

GARCÍA-GARCÍA, R.; LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Bactericidal action of binary and ternary mixtures of carvacrol, thymol, and eugenol against *Listeria innocua*. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 2, 2011.

GARG, A; SINGH, S. Enhancement in antifungal activity of eugenol in immunosuppressed rats through lipid nanocarriers. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 87, p. 208-288, 2011.

GHARSALLAOUI, A.; ROUDAUT, G.; CHAMBIN, O.; VOILLEY, A.; SAUREL, R. Applications of spray-drying in microencapsulation of food ingredients: An overview. **Food Research International**, v. 40, n. 9, p. 1107-1121, 2007.

GOUIN, S. Micro-encapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. **Trends Food Science Technology**, p. 330-347, 2004.

JAFARI, S.M.; ASSADPOOR, E.; HE, Y.; BHANDAR, B.; Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. **Drying Technology**, v. 26, p. 816-835, 2008.

JIROVETZ, L., BUCHBAUER, G., STOILOVA, I., STOYANOVA, A., KRASTANOV, A., SCHMIDT, E. Chemical composition and antioxidant properties of clove leaf essential oil. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 54, p. 6303–6307, 2006.

JOHNY, A. K.; DARRE, M. J.; DONOGHUE, A. M.; DONOGHUE, D. J.; VENKITANARAYANAN, K. Antibacterial effect of trans-cinnamaldehyde, eugenol, carvacrol, and thymol on *Salmonella enteritidis* and *Campylobacter jejuni* in chicken cecal contents in vitro. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 19, p. 237-244, 2010.

KHA, T. C.; NGUYEN, M. H.; ROACH, P. D.; STATHOPOULOS, C. E. Microencapsulation

of gac oil by spray drying: Optimization of wall material concentration and oil load using response surface methodology. **Drying Technology**, v. 32, p. 385-397, 2014.

LIOLIOS, C. C.; GORTZI, O.; LALAS, S.; TSAKNIS, J.; CHINOI, I. Liposomal incorporation of carvacrol and thymol isolated from the essential oil of *Origanum dictamnus* L. and in vitro antimicrobial activity. **Food Chemistry**, v. 112, p. 77-84, 2009.

LIU, X. D. ATARASHI, T.; FURUTA, T.; YOSHII, H.; AISHIMA, S.; OHKAWARA, M.; LINKO, P. Microencapsulation of emulsified hydrophobic flavours by Spray Drying. **Drying Technology**, v. 19, p. 1361-1374, 2001.

MOURTZINOS, I.; KALOGEROPOULOS, S. E.; PAPADAKIS, S. E.; KONSTATINOI, K.; KARATHANOS, V. T. Encapsulation of nutraceutical monoterpenes in  $\beta$ -cyclodextrin and modified starch. **Journal of Food Science**, v. 73, p. 89-94, 2008.

NESTERENKO, A.; ALRIC, I.; SILVESTRE, F.; DURRIEU, V. Vegetable proteins in microencapsulation: a review of recent interventions and their effectiveness. **Industrial Crops and Products**, v. 42, p. 469-479, 2013.

OGATA, M.; HOSHI, M.; URANO, S.; ENDO, T.; 2000. Antioxidant activity of eugenol and related monomeric and dimeric compounds. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v.48, p. 1467-1469, 2000.

PAN, K.; CHEN, H.; DAVIDSON, P. M.; ZHONG, Q. Thymol nanoencapsulated by sodium caseinate: Physical and antilisterial properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 1649-1657, 2014.

ROCHA, G. A.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; GROSSO, C. R. F. Microencapsulation of lycopene by spray drying: Characterization, stability and application of microcapsules. **Food and Bioproducts**, v. 90, p. 37-42, 2012.

SANTOS, A. B.; FERREIRA, V. P.; GROSSO, C. R. F. Microcápsulas: Uma alternativa viável. Microencapsulação de produtos sensíveis a oxidação: óleo-resina de páprica. **Biociência, Ciência e Desenvolvimento**, v. 3, p. 26-30, 2000.

SILVA-BUZANELLO, R. A.; FERRO, A. C.; BONA, E.; CARDOZO-FILHO, L.; ARAÚJO, P. H. H.; LEIMANN, F. V.; GONÇALVES, O. H.; Validation of a Ultraviolet-visible (UV – Vis) technique for the quantitative determination of curcumin in poly (L – lactic acid) nanoparticles. **Food Chemistry**, v. 172, p. 99-104, 2015.

SHINDE, U.; NAGARSENKER, M. Microencapsulation of eugenol by gelatin-sodium alginate complex coacervation. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 73, p. 311-315, 2011.

TEIXEIRA, B.; MARQUES, A.; RAMOS, R.; NENG, R. N.; NOGUEIRA, M. F. J.; SARAIVA, J. A.; Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 43, p. 587-595, 2013.

TRCKOVÁ, J.; STETINA, J. KÁNSKÚ, J. Influence of protein concentration on rheological properties of carrageenan gels in milk. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 6, p. 137-146, 2003.

TRINDADE, C. S. F.; PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Revisão: Microencapsulação de

ingredientes alimentícios. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. 2, p. 103-112, 2008.

WALSH, S. E., MAILLARD, J. Y., RUSSELL, A. D., CATRENICH, C. E., CHARBONNEAU, D.L., BARTOLO, R.G., Activity and mechanisms of action of selected biocidal agents on Gram positive and Gram negative bacteria. **Journal of Applied Microbiology**, v. 94, p. 240-247, 2003.

WANG, Y.; LU, Z.; LV, F.; BIE, X. Study on microencapsulation of curcumin pigments by spray drying. **European Food Research and Technology**, v. 229, p. 391-396, 2009.

WANG, R.; TIAN, Z.; CHEN, L. A novel process for microencapsulation of fish oil with barley protein. **Food Research International**, v. 33, p. 2735-2741, 2011.

WORANUCH, S; YOKSAN, R. Eugenol-loaded chitosan nanoparticles: I. Thermal stability improvement of eugenol through encapsulation. **Carbohydrate Polymers**, v. 96, n. 2, p. 578-585, 2013.

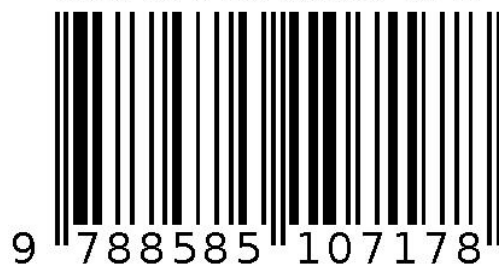
ZBICINSKI, I; DELAG, A.; STRUMILLO, C.; ADAMIEC, J. Advanced experimental analysis of drying kinetics in spray drying. **Chemical Engineering Journal**, v. 86, p. 207-216, 2002.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**VANESSA BORDIN VIERA** docente adjunta no Departamento de nutrição da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Docente orientadora no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Natureza e Biotecnologia da UFCG. Bacharel e licenciada em Nutrição pelo Centro Universitário Franciscano (UNIFRA). Mestre e Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Docente no Instituto Federal do Amapá (IFAP). Editora da subárea de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Journal of bioenergy and food science. Possui experiência com o desenvolvimento de pesquisas na área de antioxidantes, desenvolvimento de novos produtos, análise sensorial e utilização de tecnologia limpas.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-17-8



9 788585 107178