

# 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

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

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

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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**

## 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> $x_1$	HPMC (%) <sup>**</sup> $x_2$
-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.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-85107-17-8



9 788585 107178