



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
ESCOLA DE QUÍMICA E ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO DE BALAS DE GOMA ENRIQUECIDAS COM *Spirulina* E AÇAÍ

LAURA PATRICIA RIVERA PATERNINA

PROF. DR. JORGE ALBERTO VIEIRA COSTA

Orientador

DR.^a LUIZA MORAES

Coorientadora

RIO GRANDE, RS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
ESCOLA DE QUÍMICA E ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO DE BALAS DE GOMA ENRIQUECIDAS COM *Spirulina* E AÇAÍ

LAURA PATRICIA RIVERA PATERNINA

Dissertação apresentada como
parte dos requisitos para obtenção
do título de mestre em Engenharia
e Ciência de Alimentos.

PROF. DR. JORGE ALBERTO VIEIRA COSTA

Orientador

DR.^a LUIZA MORAES

Coorientadora

RIO GRANDE, RS

2020

Ficha Catalográfica

P295d Paternina, Laura Patricia Rivera.
Desenvolvimento de balas de goma enriquecidas com *spirulina* e
açaí / Laura Patricia Rivera Paternina. – 2020.
143 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –
FURG, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de
Alimentos, Rio Grande/RS, 2020.

Orientador: Dr. Jorge Alberto Vieira Costa.

Coorientadora: Dra. Luiza Moraes.

1. Atividade Antioxidante 2. Avaliação Sensorial 3. Compostos
Fenólicos 4. Confeitos 5. Microalgas I. Costa, Jorge Alberto Vieira
II. Moraes, Luiza III. Título.

CDU 612.392:664.14

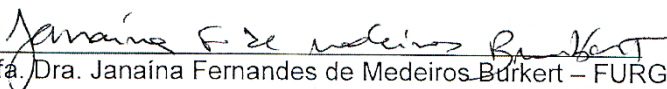
Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

APROVAÇÃO

Dissertação defendida por Laura Patricia Rivera Paternina e aprovada em 17 de fevereiro de 2020, pela Comissão Examinadora constituída pelos professores:



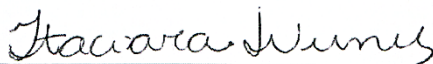
Prof. Dr. Jorge Alberto Vieira Costa - FURG



Profa. Dra. Janaína Fernandes de Medeiros Burkert – FURG



Profa. Dra. Michele Greque de Moraes – FURG



Profa. Dra. Itaciara Larroza Nunes - UFSC

Dedico este trabalho a Gina, Nata e Manuel.

*“And just as the Phoenix rose from the ashes, she too will rise. Returning from the flames,
clothed in nothing but her strength, more beautiful than ever before.”*

Unknown

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO III

ARTIGO 1: Balas de goma enriquecidas com *Spirulina* e açaí: caracterização nutricional, físico-química e sensorial

Tabela 1- Formulações de balas de goma controle, adicionadas de biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 e de polpa de açaí liofilizada (% m m ⁻¹)	54
Tabela 2 - Composição proximal, concentração de compostos bioativos e atividade antioxidante da biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 e da polpa de açaí liofilizada	57
Tabela 3 - Composição proximal das balas de goma controle (BC) e enriquecidas com biomassa de <i>Spirulina</i> nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5).....	60
Tabela 4 - Composição proximal das balas de goma controle (BC) e enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5).....	61
Tabela 5 - Compostos fenólicos das balas de goma enriquecidas com biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)	62
Tabela 6 - Compostos fenólicos das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)	63
Tabela 7 - Parâmetros da cor para as balas de goma controle (BC) e enriquecidas com biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5).....	65
Tabela 8 - Parâmetros da cor para as balas de goma controle (BC) e enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5).....	67
Tabela 9 - Perfil de textura das balas de goma controle (BC) e enriquecidas com biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)	69
Tabela 10 - Perfil de textura das balas de goma controle (BC) e enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)	70
Tabela 11 - Análise sensorial das balas de goma enriquecidas com biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5).....	72
Tabela 12 – Análise sensorial das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)	72

ARTIGO 2: Efeito sinérgico de compostos fenólicos e atividade antioxidante em misturas alimentares: *Spirulina* sp. LEB 18 e açaí

Tabela 1 - Formulações de balas de goma enriquecidas com biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada (% m m ⁻¹).....	89
Tabela 2 - Composição proximal das balas de goma controle (BC) e formulações F1, F2 e F3	94
Tabela 3 – Concentração de compostos fenólicos livres nas balas de goma enriquecidas com biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada	95
Tabela 4 - Atividade antioxidante das balas de goma controle (BC) e formulações F1, F2 e F3	96
Tabela 5 - Parâmetros da cor para as balas de goma controle (BC) e formulações F1, F2 e F3	97
Tabela 6 - Perfil de textura das balas de goma controle (BC) e formulações F1, F2 e F3	99
Tabela 7 - Avaliação sensorial das balas de goma F1, F2 e F3	101

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 1 - Micrografia de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 (400x).....	28
Figura 2 – Exemplos de alimentos adicionados com <i>Spirulina</i>	29
Figura 3 - Açaí (<i>Euterpe oleracea</i> Mart.) (a) Açaizeiro, (b) açaí maduro	30
Figura 4 – Exemplos de alimentos adicionados com Açaí.....	31

CAPÍTULO III

ARTIGO 1: Balas de goma enriquecidas com *Spirulina* e açaí: caracterização nutricional, físico-química e sensorial

Figura 1 - Atividade antioxidante das balas de goma enriquecidas com biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1) 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)	64
Figura 2 - Atividade antioxidante das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1) 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5).....	64
Figura 3 – Balas de goma elaboradas com biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 nas concentrações de 1% (A), 3% (B) e 5% (C).....	66
Figura 4 – Balas de goma elaboradas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1% (A), 3% (B) e 5% (C).....	67

Artigo 2: Efeito sinérgico de compostos fenólicos e atividade antioxidante em misturas alimentares: *Spirulina* sp. LEB 18 e açaí

Figura 1 – Balas de goma elaboradas com as misturas de polpa de açaí liofilizada e de biomassa de <i>Spirulina</i> sp. LEB 18 F1(A), F2 (B) e F3 (C).....	98
Figura 2 - Escore Hedônico dos atributos sensoriais de sabor (a), textura (b), cor (c), aroma (d) e avaliação global (e) das formulações F1, F2 e F3 de balas de goma	102
Figura 3 – Intenção de compra das formulações F1 F2 e F3 das balas de goma utilizando escala hedônica estruturada de 5 pontos: 1 (certamente não compraria), 2 (provavelmente não compraria), 3 (talvez compraria/talvez não compraria), 4 (provavelmente compraria), 5 (certamente compraria).....	103

CAPÍTULO V

APÊNDICE 1 – Ficha de avaliação sensorial das balas de goma	133
APÊNDICE 2 - Termo de consentimento para avaliação sensorial das balas de goma enriquecidas com <i>Spirulina</i> sp. LEB 18	134
APÊNDICE 3 - Termo de consentimento para avaliação sensorial das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada.....	138
APÊNDICE 4 - Parecer nº 160/2019 do comitê de ética em pesquisa.	141
APÊNDICE 5 - Parecer nº 114/2019 do comitê de ética em pesquisa.	143

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	17
RESUMO GERAL	19
1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	23
2.1 OBJETIVO GERAL	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
 CAPÍTULO II	 25
3 REVISÃO DA LITERATURA	27
3.1 HISTÓRICO DO LABORATÓRIO	27
3.2 <i>SPIRULINA</i>	28
3.3 AÇAÍ	29
3.4 ANTIOXIDANTES	32
3.5 COMPOSTOS FENÓLICOS	33
3.6 ALIMENTOS COM <i>SPIRULINA</i> E AÇAÍ	35
3.7 BALAS DE GOMA	36
3.7.1 Principais componentes das balas de goma	37
 CAPÍTULO III	 41
4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	43
 ARTIGO 1 BALAS DE GOMA ENRIQUECIDAS COM <i>SPIRULINA</i> E AÇAÍ: CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL	 45
1 INTRODUÇÃO	49
2 MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 MATÉRIA-PRIMA	50
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA	50
2.2.1 Composição proximal	50
2.2.2 Quantificação de compostos bioativos	51
2.2.2.1 Ficocianina	51
2.2.2.2 Antocianinas	51
2.2.2.3 Compostos Fenólicos	51
2.2.3 Atividade antioxidante	52
2.3 DESENVOLVIMENTO DAS BALAS DE GOMA	53
2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS BALAS DE GOMA	54
2.4.1 Composição proximal	55
2.4.2 Compostos Fenólicos	55
2.4.3 Atividade Antioxidante	55
2.4.4 Análise da cor	55
2.4.5 Análise da textura	56
2.4.6 Análise microbiológica	56
2.4.7 Avaliação sensorial	56
2.4.8 Análise estatística	57
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA	57
3.2 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DAS BALAS DE GOMA	59
3.3 COMPOSTOS FENÓLICOS	62

3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	63
3.5 ANÁLISE DA COR.....	65
3.6 ANÁLISE DA TEXTURA	68
3.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	71
3.8 ANÁLISE SENSORIAL.....	71
4 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	74

ARTIGO 2: EFEITO SINÉRGICO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM MISTURAS ALIMENTARES: *SPIRULINA* SP. LEB 18 E AÇAÍ

83

1 INTRODUÇÃO	87
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	88
2.1 MATÉRIA-PRIMA	88
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA.....	88
2.3 DESENVOLVIMENTO DAS BALAS DE GOMA	88
2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS BALAS DE GOMA.....	89
2.4.1 Composição proximal	89
2.4.2 Compostos Fenólicos.....	89
2.4.3 Atividade Antioxidante.....	90
2.4.3.1 Captura do Radical Livre DPPH	90
2.4.3.2 Capacidade Antioxidante pelo mecanismo de ABTS	90
2.4.4 Análise da cor	91
2.4.5 Análise da textura	91
2.4.6 Análise microbiológica.....	91
2.4.7 Avaliação sensorial.....	92
2.4.8 Análise estatística	92
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
3.1 COMPOSIÇÃO PROXIMAL.....	93
3.2 COMPOSTOS FENÓLICOS.....	94
3.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	96
3.4 COR	97
3.5 TEXTURA.....	99
3.6 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	100
3.7 ANÁLISE SENSORIAL.....	100
4 CONCLUSÃO	104
REFERÊNCIAS	104

CAPÍTULO IV	111
5 CONCLUSÃO GERAL	113
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	115

CAPÍTULO V.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
APÊNDICES.....	133

CAPÍTULO I

RESUMO GERAL

A demanda por alimentos saudáveis e nutritivos que forneçam compostos benéficos para a saúde humana está em crescimento. As balas de goma destacam-se por sua possibilidade para o enriquecimento e adição de diferentes compostos, no entanto, possuem valor nutricional reduzido. A inserção de polióis para a substituição de açúcares, e a inclusão do açaí e *Spirulina* como potenciais ingredientes de elevado valor nutricional, fonte de pigmentos naturais e compostos bioativos associados a benefícios à saúde, promove o desenvolvimento de produtos saudáveis dentro da indústria da confeitaria. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver balas de goma livres de corantes artificiais, sem adição de açúcar, enriquecidas com polpa de açaí liofilizada e *Spirulina* sp. LEB 18. Assim, 9 formulações foram desenvolvidas: 3 enriquecidas com *Spirulina* sp. LEB 18 nas concentrações de 1 %, 3 % e 5 %; 3 adicionadas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 %, 3 % e 5 %, e 3 contendo suas misturas: (1) 3 % de açaí e 1% de *Spirulina*; (2) 1 % de açaí e 3 % de *Spirulina*; (3) 2 % de açaí, 2 % de *Spirulina*, além do respectivo controle (sem *Spirulina* sp. LEB 18 e açaí). As balas foram avaliadas quanto suas características nutricionais (proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos), físicas (parâmetros de textura e cor), funcionais (compostos fenólicos e atividade antioxidante) e sensoriais (cor, sabor, textura, aceitação global e intenção de compra). Os resultados mostram o maior aumento proteico (36 %) nas balas de goma enriquecidas com 5 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18, além da presença de compostos fenólicos (0,081 mg GAE g⁻¹) e atividade antioxidante (11,5 % inibição do radical DPPH). As balas de goma com 3 % de polpa de açaí liofilizada apresentaram 1,4 % de lipídios na formulação, além de compostos fenólicos (0,190 mg GAE g⁻¹) e 27,0 % de inibição do radical DPPH. Após a inclusão conjunta das matrizes alimentares, foi verificado efeito sinérgico no conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante nas balas de goma. As balas de goma enriquecidas com 1 % de polpa de açaí liofilizada e 3 % de biomassa de *Spirulina* reportaram 0,195 mg GAE g⁻¹ de compostos fenólicos e aumento de 16,8 % no conteúdo de proteína, além de conferir maior poder antioxidante (43,5 % inibição radical DPPH), em relação à ação das matrizes alimentares adicionadas de forma individual. A totalidade das formulações destacadas apresentaram diferenças significativas nos parâmetros de textura, no entanto, estas não influenciaram as características finais do produto, o qual foi demonstrado a partir da obtenção de índice de aceitabilidade superior a 70 % na avaliação sensorial para todas estas formulações. Os parâmetros da cor foram influenciados significativamente, verificando-se o potencial de *Spirulina* e açaí como pigmentos naturais para a substituição de corantes em alimentos. Concluiu-se que a biomassa de *Spirulina* e a polpa de açaí liofilizada podem ser utilizados na fabricação de balas de goma, como alternativas para o desenvolvimento de produtos de confeitaria mais saudáveis e nutritivos, sendo possível potencializar os seus benefícios quando utilizados em conjunto.

Palavras chave: Atividade antioxidante. Avaliação sensorial. Compostos fenólicos. Confeitos. Microalgas.

ABSTRACT

Spirulina AND AÇAÍ FOR GUMMY CANDIES ENRICHMENT

Health and wellness food trends have increasingly grown in popularity in the past couple of years as consumers turn to less processed and more nutritious alternatives to their usual products. Gummy candies stand out from the large set of confections, due to its intrinsic characteristics and great enrichment possibilities. However, confections are categorized as non-nutritious and provide little or no nutritional value. Consequently, some healthier alternatives, such as the use of polyols instead of sugar, have been tested to re-create this popular confection and improve its nutritional value. Hence, this work aimed the improvement of sucrose-free gummy candies incorporated with *Spirulina* sp. LEB 18 and freeze-dried açai pulp. Nine formulations were developed: 3 of them enriched with different concentrations of *Spirulina* sp. LEB 18 biomass, 3 more contained freeze-dried açai pulp and the last 3 produced with their mixtures: (1) 3% açai and 1% *Spirulina*; (2) 1% açai and 3% *Spirulina*; (3) 2% açai and 2% *Spirulina*. Control gummy (0 *Spirulina*, 0% freeze-dried açai) was also formulated. Gummy candies were evaluated based on its nutritional (protein, lipids, ashes and carbohydrates), physical (texture and color parameters), functional (phenolic compounds and antioxidant activity) and sensorial characteristics (color, taste texture, overall acceptability and purchase intention). Gummy candies enriched with 5% *Spirulina* sp. LEB 18 had the highest nutritional and functional increment, presenting 36% of protein increase, 0.081 mg GAE g⁻¹ of phenolic compounds and 11.5% of DPPH radical inhibition. Gummy candies added with 3% freeze-dried açai pulp showed 1.4% lipids, 0.190 mg GAE g⁻¹ of phenolic compounds and 27.0% of DPPH radical inhibition. Gummy candies formulated with mixtures of *Spirulina* and açai displayed a synergistic effect on the content of free phenolic compounds and antioxidant activity. Gummy candies enriched with 1% freeze-dried açai pulp and 3% *Spirulina* sp. LEB 18 registered 0.195 mg GAE g⁻¹ of phenolic compounds and 10.4% of protein content. Besides, this formulation presented higher antioxidant activity (43.5% DPPH inhibition) than gummy candies enriched with the two matrixes (*Spirulina*, açai) individually. Although texture parameters were significantly affected in these formulations, they did not influence the final product characteristics, as sensory evaluation scored acceptability indexes higher than 70%. Changes in color parameters for these formulations displayed *Spirulina* and açai potential as natural pigments for food coloring. To conclude, *Spirulina* sp. LEB 18 biomass and freeze-dried açai pulp revealed great potential for gummy candies enrichment and could be an interesting alternative to meet global consumption trends towards healthier and nutritious confectionery products, being even possible to maximize their benefits when used in combination.

Keywords: Antioxidant activity. Confections. Microalga. Phenolic compounds. Sensory evaluation.

1 INTRODUÇÃO

O mercado de produtos de confeitaria vem crescendo no Brasil nos últimos anos. De fato, o país possui o sexto maior mercado neste seguimento do mundo, com lucros anuais de aproximadamente R\$ 12,75 bilhões e se situa como o quinto consumidor mundial de confeitos (EUROMONITOR, 2019a).

As balas de goma são uma subcategoria de confeitos caracterizadas por apresentar textura macia e mastigável, tipicamente conferida pela gelatina ou um gel à base de pectina (BUREY et al., 2009), sendo muito populares na Europa, Estados Unidos e no Brasil (TECHNAVIO, 2019). No entanto, ingredientes característicos desses produtos, como o açúcar e os aditivos artificiais (aromatizantes e corantes), estão associados a um baixo aporte nutricional (WHO, 2015), assim como a transtornos metabólicos, cardiovasculares (O'CONNOR et al., 2018), respiratórios, alergias (MOUTINHO; BERTGES; ASSIS, 2007) e ao Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) em crianças (MCCANN et al., 2007). Além disso, a crescente tendência por parte dos consumidores de preferir alimentos saudáveis e nutritivos que forneçam compostos benéficos para a saúde humana (EUROMONITOR, 2019b), tornam necessária uma reestruturação da indústria de confeitaria.

A inserção de diversas matrizes alimentares, como polióis, para a substituição de açúcares e redução de calorias (MARFIL; ANHÊ; TELIS, 2012); frutas e vegetais, para o fornecimento de nutrientes (KUMAR et al., 2018), pigmentos e compostos bioativos (AMJADI et al., 2018; HANI; ROMLI; AHMAD, 2015) na elaboração de balas de goma, vem sendo estudada.

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um fruto tropical nativo do norte do Brasil, rico em antocianinas, fenólicos e carotenoides (compostos bioativos com propriedades antioxidantes) (KANG et al., 2010). Além disso, apresenta elevado valor nutricional relacionado ao teor de lipídios (ácido palmítico, ácidos graxos ômega 6 e 9), proteínas, fibras e minerais (YAMAGUCHI et al., 2015). Recentemente, a polpa de açaí em pó foi incorporada no desenvolvimento de balas mastigáveis sem adição de sacarose (SILVA et al., 2016a), sendo verificada a estabilidade de componentes bioativos durante 6 meses de armazenamento, e o potencial de uso do açaí como pigmento natural.

Spirulina é uma cianobactéria fotossintética de elevado poder nutricional, fonte importante de proteínas, aminoácidos, ácidos graxos ômega 3 e 6, minerais, vitaminas e compostos bioativos, como ficocianina e carotenoides (RAVINDRAN et al., 2016). Diversos estudos comprovaram o incremento nutricional de alimentos enriquecidos com biomassa de

Spirulina, principalmente quanto ao teor de proteínas (BATISTA et al., 2017; DE MARCO et al. 2014; LUCAS et al., 2018). A microalga *Spirulina* é considerada micro-organismo GRAS (*Generally Recognized As Safe*) pelo FDA (*Food and Drug Administration*) (FDA, 2002a), sendo permitido e aprovado seu consumo. No Brasil, *Spirulina* é reconhecida e autorizada como alimento pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2005a). No entanto, estudos avaliando o enriquecimento com biomassa de *Spirulina* na indústria de confeitos ainda são limitados.

Na área de confeitaria em particular, além das evidentes vantagens nutricionais e funcionais, os pigmentos provenientes do açaí e da biomassa de *Spirulina* não só permitem a substituição dos corantes artificiais em alimentos, como também suas cores vibrantes e atrativas representam fator importante para aumentar o interesse e a aceitação entre as crianças (JESPERSEN et al., 2005; SILVA et al., 2016a). Neste sentido, o açaí e *Spirulina* apresentam propriedades e compostos potencialmente complementares; no entanto, os dados disponíveis na literatura, até o momento, não reportam estudos de sua inserção de forma conjunta no desenvolvimento de alimentos.

Em 2015 iniciou-se o Projeto Centro de Vocação Tecnológica (CVT) das Agrobiodiversidades Bailique - Rio Grande, financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e coordenado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG) em parceria com a Oficina Escola de Lutheria da Amazônia (OELA). Este projeto visa implantar e consolidar 2 CVT's nos extremos Norte e Sul do Brasil, de maneira a contribuir para a inclusão social e o desenvolvimento sustentável das comunidades do Bailique (Amapá) e do Rio Grande (Rio Grande do Sul). A realização deste trabalho vem contribuir com a linha de pesquisa deste projeto, visando o desenvolvimento tecnológico e econômico das comunidades do Arquipélago do Bailique, mediante o aproveitamento do açaí, sua principal fonte de renda.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver balas de goma enriquecidas com açaí e *Spirulina* sp. LEB 18, livres de corantes artificiais e sem adição de açúcar, no intuito de maximizar os benefícios nutricionais deste produto e fornecer compostos bioativos benéficos à saúde. Desta forma, sendo uma inovadora alternativa aliada às crescentes exigências do mercado global voltada à produtos saudáveis, práticos e de elevado aporte nutricional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver balas de goma enriquecidas com açaí e *Spirulina* sp. LEB 18, livres de corantes artificiais e sem adição de açúcar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito da adição de polpa de açaí liofilizada e de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nos parâmetros nutricionais, compostos fenólicos e atividade antioxidante das balas de goma;

Verificar o possível efeito sinérgico ou complementar da inserção conjunta de polpa de açaí liofilizada e de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nas balas de goma;

Caracterizar as balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* e polpa de açaí liofilizada quanto a seus parâmetros físicos e sensoriais.

CAPÍTULO II

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 HISTÓRICO DO LABORATÓRIO

Desde sua criação em 1996, o Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) iniciou suas pesquisas em torno da área de bioprocessos, focado ao cultivo de microalgas. No ano de 2001 foram iniciadas pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de alimentos adicionados de biomassa de *Spirulina*. Em 2014, por meio de um convênio com o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) iniciou-se um projeto, o qual tem por objetivo desenvolver um sistema de cultivo social, ambiental e economicamente viável de microalgas para a produção de alimentos com *Spirulina* sp. LEB 18 destinados à merenda escolar. Até o presente momento, foram desenvolvidos alimentos como pudim de chocolate, bolo de chocolate, bolo de limão (COSTA; SANTOS, 2003), massas (COSTA, PINTO, MIRANDA, 2005), biscoito de chocolate, biscoito de limão (MORAIS; MIRANDA; COSTA, 2006), sopa instantânea, achocolatado, alimentos tipo *shake* para idosos (SANTOS et al., 2016), bebida isotônica (CARVALHO et al., 2018), *snacks* extrusados (LUCAS et al., 2017; LUCAS et al., 2018), alimentos para praticantes de atividades física (FREITAS et al., 2019c; MOREIRA et al., 2018) e recentemente barra de cereal (LUCAS et al., 2019).

O Projeto do Centro de Vocação Tecnológica (CVT) das Agrobiodiversidades Bailique - Rio Grande, coordenado pelo LEB em parceria com a Oficina Escola de Lutheria da Amazônia (OELA), e financiado pelo MCTIC, teve suas atividades iniciadas em 2015. O projeto visa implantar e consolidar 2 CVT's nos extremos Norte (Bailique) e Sul do Brasil (Rio Grande). O Arquipélago do Bailique está localizado no leste do estado brasileiro do Amapá e é composto por 12 ilhas, 52 comunidades e cerca de 13.000 habitantes, os quais possuem como fonte de renda principalmente a pesca, a extração do açaí e de óleos vegetais. Além disso, tanto o açaizal quanto a polpa do açaí proveniente do Bailique possuem certificação FSC (*Forest Stewardship Council*) do Conselho de Manejo Florestal.

A fim de viabilizar o desenvolvimento tecnológico e econômico deste Arquipélago, pesquisas estão sendo realizadas pela equipe do LEB voltadas ao aproveitamento do açaí e seu enriquecimento em diversos alimentos, como bebida hipercalórica (FREITAS et al. 2017a), biscoitos tipo *cookie* (FREITAS et al. 2017b), mistura para bolo integral (FREITAS et al. 2019a), repositores eletrolíticos destinados à atletas (FURTADO; GONÇALVES; PEGORARO, 2019) e cerveja (DOS SANTOS; SCHNEIDER, 2017). Além disso, foram realizados estudos sobre os efeitos de diferentes métodos de

secagem sobre os compostos bioativos e propriedades físicas da polpa de açaí (LUCAS; ZAMBIAZI; COSTA, 2018) e o desenvolvimento de sensores colorimétricos de pH a partir de fibras ultrafinas utilizando extrato de açaí como indicador (SILVA et al., 2019).

Neste contexto, o desenvolvimento de balas de goma enriquecidas com polpa açaí e biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 vem contribuir com a linha de pesquisa do LEB, visando o desenvolvimento de alimentos de consumo prático, nutritivos e benéficos à população.

3.2 *Spirulina*

Spirulina é uma cianobactéria fotossintética, microscópica e filamentosa, que forma tricomas cilíndricos multicelulares e se dispõe na forma espiralada (Figura 1). Este micro-organismo pertence ao grupo das Cyanophytas, também denominadas de algas azuis (TOMASELLI, 1997).

Figura 1 - Micrografia de *Spirulina* sp. LEB 18 (400x)



Fonte: Laboratório de Engenharia Bioquímica – FURG

Spirulina é considerada uma fonte de elevado poder nutricional, devido a seu completo aporte de macro e micronutrientes. A biomassa de *Spirulina* é rica em proteínas que representam em média 60-70 % de sua massa seca (MORAIS et al., 2015; RAVINDRAN et al., 2016; TOMASELLI, 1997), as quais contêm todos os aminoácidos essenciais, fator determinante na qualidade das mesmas (MORSY et al., 2014). Além disso, as proteínas da microalga *Spirulina* são digeríveis em até 86 % (MORAIS et al., 2008).

Esta cianobactéria é também reconhecida como uma excelente fonte de ácidos graxos essenciais como ômega 3 e 6, minerais como ferro, magnésio, cálcio, zinco e fósforo, vitaminas do complexo B (B1, B2, B6 e B12) (RAVINDRAN et al., 2016), vitamina A (na forma de betacaroteno), vitamina C, vitamina E, biotina e ácido fólico (SONI; SUDHAKAR; RANA, 2017). Além disso, apresenta em sua composição diversos compostos bioativos como ficocianina, fenólicos e carotenoides. Ao contrário de outras algas, a biomassa de *Spirulina* é

fácil de digerir, devido à ausência de celulose em sua parede celular, o que facilita sua digestibilidade e utilização para o consumo humano (RAVINDRAN et al., 2016).

Diversas pesquisas relataram os efeitos benéficos de *Spirulina* para a saúde, como atividade antioxidante (ISMAIL et al., 2015), anticancerígena (JIANG et al., 2018), efeitos positivos em células renais (MEMIJE-LAZARO et al., 2018), desnutrição (LI et al., 2012), diabetes (GARGOURI; MAGNÉ; FEKI, 2016), obesidade (YOUSEFI; MOTTAGHI; SAIDPOUR, 2018) e reações alérgicas inflamatórias (VO; NGO; KIM, 2015).

Spirulina foi aprovada pelo FDA (*Food and Drug Administration*) como alimento seguro, sem efeitos toxicológicos para a saúde humana e recebeu certificação GRAS (*Generally Recognized As Safe*), legalizando sua comercialização (FDA, 2002a). A produção mundial de biomassa de *Spirulina* para fins comerciais é estimada em mais de 12.000 t ano⁻¹ com valor de 30 US\$ kg⁻¹, e é liderada por países como China, Japão, Taiwan, França e os Estados unidos (RESEARCH; MARKETS, 2019). Atualmente, é possível encontrar no mercado produtos contendo *Spirulina* na sua formulação, entre eles sucos, snacks, barras e azeites (Figura 2).

Figura 2 – Exemplos de alimentos adicionados com *Spirulina*



No Brasil, *Spirulina* é reconhecida e autorizada como alimento pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A variedade de produtos contendo *Spirulina* no país é ainda limitada, sendo comercializada principalmente na forma de cápsulas e pó, sendo sua recomendação de consumo de 1,6 g d⁻¹ (BRASIL, 2005a).

3.3 AÇAÍ

O Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um fruto tropical proveniente do açaizeiro, palmeira nativa do norte do Brasil (BICHARA; ROGEZ, 2011). Seus frutos crescem em

cachos e apresentam forma globular (Figura 3) (OLIVEIRA; SCHWARTZ, 2018). O açaí é composto de caroço (83 %) e polpa (17 %), e sua cor varia de acordo com seu estado de maturação, de verde brilhante a roxo escuro quando maduros (BICHARA; ROGEZ, 2011).

Figura 3 - Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) (a) Açaizeiro, (b) açaí maduro
(a) (b)



Fonte: OLIVEIRA; SCHWARTZ (2018)

Este fruto destaca-se por sua elevada importância socioeconômica (OLIVEIRA; SCHWARTZ, 2018) devido, principalmente, a seu potencial de aproveitamento e as suas propriedades nutricionais e funcionais (NERI-NUMA et al., 2018). Segundo o *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (IBGE), o Brasil é o maior produtor mundial do açaí, com aproximadamente 1 milhão e 300 toneladas por ano, das quais 97 % correspondem aos estados de Pará e Amazonas, gerando lucros estimados de 17 milhões de dólares (IBGE, 2019).

O açaí é utilizado frequentemente como matéria-prima para produção de polpa ou suco (PORTINHO et al., 2012), sendo os Estados Unidos o principal importador com 40 % do consumo total (IBGE, 2019). No mercado são comercializados diversos produtos a base de açaí na forma de sorvetes, licores, néctares, geleias, bebidas energéticas, biscoitos e doces (BICHARA; ROGEZ, 2011) (Figura 4).

O açaí é um alimento altamente calórico, devido a sua alta quantidade de lipídios (OLIVEIRA; SCHWARTZ, 2018). Segundo Yamaguchi et al. (2015), os lipídios são o principal constituinte do açaí e representam 50 % (m m⁻¹) de sua polpa seca, sendo considerada uma excelente fonte de energia. Este fruto é também rico em fibras, proteínas, minerais (como fósforo, sódio, zinco, ferro, cálcio, magnésio, potássio e níquel) e vitaminas A, C, D e E (NERI-NUMA et al., 2018; OLIVEIRA; SCHWARTZ, 2018; YAMAGUCHI et

al., 2015). Além disso, o açaí possui aproximadamente 90 compostos bioativos, incluindo flavonoides, compostos fenólicos, lignoides, antocianinas, quinonas, terpenos (YAMAGUCHI et al., 2015) e ácidos graxos mono e poli-insaturados (principalmente ácido palmítico, ômega 6 e 9) (OLIVEIRA; SCHWARTZ, 2018).

Figura 4 – Exemplos de alimentos adicionados com Açaí



Diversas pesquisas têm-se voltado ao estudo e caracterização dos efeitos benéficos do açaí na saúde. A elevada atividade antioxidante deste fruto foi extensivamente estudada (KANG et al., 2010, 2012; PALA et al., 2018). Segundo Barbosa et al. (2016) a ingestão diária da polpa do açaí por mulheres saudáveis durante 4 semanas aumentou a atividade antioxidante total da enzima catalase em 104 % em relação ao experimento controle.

Outros estudos também reportaram os efeitos do açaí na redução de doenças cardiovasculares (PALA et al., 2018; XIE et al., 2011), neurodegenerativas (PEIXOTO et al., 2016; WONG et al., 2013) e câncer (ROMUALDO et al., 2015). Monge-Fuentes et al. (2017) estudaram o potencial efeito de azeite do açaí no tratamento do melanoma e obtiveram redução tumoral de 82 % após o tratamento.

Recentemente a influência dos compostos fenólicos do caroço do açaí na prevenção da obesidade foi avaliada (SILVA, et al., 2018). Os autores reportaram a regulação do metabolismo dos lipídios após a incorporação de até 30 % de caroço do açaí na dieta por 12 semanas, viabilizando o aproveitamento deste recurso considerado como resíduo.

3.4 ANTIOXIDANTES

O metabolismo celular envolve processos de transferência de elétrons como parte da função normal das células. Durante estes processos ocorre a produção contínua de radicais livres, moléculas instáveis e altamente reativas que possuem um elétron não emparelhado em seu orbital (VALKO et al., 2007). A geração de radicais livres em níveis moderados é essencial para diversos processos biológicos e enzimáticos. No entanto, sua produção excessiva causa desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes, ocasionando o estresse oxidativo, que resulta na indução de danos celulares, que estão fortemente relacionados a uma variedade de doenças (BARBOSA et al., 2010; VALKO et al., 2007).

Neste sentido, os componentes celulares não são protegidos totalmente pelos antioxidantes endógenos, sendo indispensável para a defesa do organismo a ingestão de antioxidantes por meio da dieta, a fim de combater a oxidação e promover a manutenção da saúde (LOBO et al., 2010; VALKO et al., 2007).

Os antioxidantes são substâncias que podem interferir em ciclos oxidativos para inibir ou retardar seus danos. Eles interagem com os radicais livres e interrompem a reação em cadeia auto-oxidativa antes de danificar moléculas vitais, devido ao seu potencial de oxido-redução e sua capacidade de competição por sítios ativos nas estruturas celulares (BARBOSA et al., 2010). Assim, os antioxidantes são capazes de neutralizar e sequestrar os radicais livres, utilizando diversos mecanismos, como a eliminação de espécies que iniciam a oxidação, complexação com íons metálicos para impedir a geração de espécies reativas, interação com oxigênio para prevenção da formação de peróxidos e redução de concentrações de O_2 localizadas.

O mecanismo de ação dos antioxidantes é complexo e ainda está sob estudo, na maioria dos casos, vários mecanismos estão envolvidos atuando de maneira sinérgica (BARBOSA et al., 2010; VALKO et al., 2007). Neste sentido, o consumo de alimentos contendo significativa quantidade de compostos antioxidantes pode ajudar o corpo a reduzir os danos oxidativos relacionados ao envelhecimento, conferindo benefícios para a saúde e prevenção de doenças como arteriosclerose, diabetes e câncer (KUMAR; GOEL, 2019; LOBO et al., 2010).

Deste modo, a indústria de alimentos está interessada na identificação de compostos naturais isolados de plantas, fungos e algas marinhas que possam atuar como agentes antioxidantes e com potencial aplicação na elaboração de alimentos com propriedades funcionais, ajudando a prevenir o dano oxidativo que ocorre no organismo (ASSIS et al.,

2014; LOBO et al., 2010). Entre os compostos naturais com atividade antioxidante mais estudados se encontram as vitaminas (C e E), os carotenoides e os compostos fenólicos (LOBO et al., 2010).

3.5 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas, provenientes tanto de fontes vegetais quanto microbianas. Devido a sua composição química, estes compostos possuem propriedades antioxidantes, sendo capazes de inibir ou reduzir a ação de radicais livres (GIOXARI et al., 2016).

Em alimentos, os compostos fenólicos são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (HELENO et al., 2015). Estes são sintetizados por plantas durante o seu desenvolvimento normal e estão envolvidos em processos de crescimento e defesa, no geral eles são produzidos como metabólitos secundários em resposta a condições de estresse, ferimentos, infecções e radiação ultravioleta (UV) (KUMAR; GOEL, 2019). Os fenólicos podem estar presentes na forma livre ou ligados a proteínas e açúcares, incluem uma heterogênea gama de compostos como: fenóis simples, ácidos fenólicos, flavonoides, taninos, lignanas e ligninas (HELENO et al., 2015).

Dados da literatura relataram o potencial antioxidante dos compostos fenólicos e sua importância na prevenção de doenças cardiovasculares, hipertensão, diabetes (GIOXARI et al., 2016; KUMAR; GOEL, 2019) e alguns tipos de câncer (KUMAR et al., 2019), além de suas propriedades antivirais, anti-inflamatórias, anti-hepatotóxicas e antitrombóticas (HELENO et al., 2015). Os compostos fenólicos são absorvidos facilmente pelo intestino e constituem a maior fonte de antioxidantes exógenos ingeridos por meio da dieta (KUMAR; GOEL, 2019).

A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos vem sendo relacionada com a alta reatividade dos seus grupos hidroxila (OH-), os quais cedem um átomo de hidrogênio e um elétron para o radical livre, estabilizando e neutralizando-o. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura destas substâncias (GIOXARI et al., 2016). A atividade antioxidante dos compostos fenólicos é determinada por parâmetros como estrutura química, tipo de composto, número e posição do grupo hidroxila (HELENO et al., 2015).

As microalgas possuem enorme potencial antioxidante e são fontes importantes de moléculas bioativas, como compostos fenólicos. Estes micro-organismos fotossintéticos têm sua capacidade adaptativa diretamente influenciada pelas condições ambientais, as quais

atuam como estimulante eficaz para a produção destes compostos, conferindo um recurso de enorme diversidade e exploração quando comparadas às plantas (KEPEKÇI et al., 2013; SOUZA et al., 2011). Os compostos fenólicos presentes nas microalgas pertencem ao grupo dos ácidos fenólicos e incluem compostos derivados do ácido hidroxicinâmico e derivados do ácido hidroxibenzóico. Estes ácidos fenólicos possuem um anel aromático ligado a uma cadeia de 3 carbonos e são responsáveis por diversas atividades biológicas com efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, anticarcinogênicos, antibacterianos e antifúngicos (SOUZA et al., 2011).

A microalga *Spirulina* possui na sua composição ácidos fenólicos de elevado poder antioxidante como os ácidos cafêico, clorogênico, salicílico, sináptico e trans-cinâmico (SOUZA et al., 2011). Os ácidos fenólicos representam um dos principais biocompostos responsáveis pela atividade antioxidante desta microalga e têm demonstrado importante efeito terapêutico, protegendo o fígado do estresse oxidativo e o dano celular (KEPEKÇI et al., 2013). Além disso, a presença de pigmentos com propriedades antioxidantes como ficocianina e carotenoides, tornam *Spirulina* uma alternativa importante para combater o estresse oxidativo precursor de diversas doenças (RAVINDRAN et al., 2016).

A polpa de açaí apresenta alto teor de compostos fenólicos, principalmente flavonoides e ácidos fenólicos. Os flavonoides estão presentes na maioria de frutas e vegetais, e exibem a capacidade tanto de sequestrar radicais livres quanto de inibir as enzimas geradoras das espécies reativas de oxigênio (KANG et al., 2011). Estas características conferem aos flavonoides importantes propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e terapêuticas (ARANHA et al., 2019; PALA et al., 2018; YAMAGUCHI et al., 2015). Na polpa de açaí as antocianinas representam o flavonoide de maior interesse dado seu potencial como antioxidante e corante (BICHARA; ROGEZ, 2011).

As antocianinas são pigmentos responsáveis pelas cores azul, roxo, violeta, magenta, vermelho e laranja encontrados em diversas flores, frutos e algumas folhas, sendo consideradas a maior classe de substâncias coloridas do reino vegetal (BICHARA; ROGEZ, 2011). As antocianinas presentes na polpa do açaí representam uma alternativa natural aos corantes artificiais utilizados na indústria de alimentos (SILVA et al., 2016a), além de exibir efeitos benéficos na saúde, principalmente na redução de doenças cardiovasculares e degenerativas (PALA et al., 2018, PEIXOTO et al., 2016).

3.6 ALIMENTOS COM *Spirulina* E AÇAÍ

O enriquecimento de alimentos com biomassa de *Spirulina* tem sido extensivamente estudado. Moraes, Miranda e Costa (2006) incorporaram biomassa de *Spirulina platensis* em biscoitos, reportando incremento proteico em torno de 7 % em relação à amostra controle (sem adição de biomassa microalgal) e aumento na digestibilidade em 86,9 %. Batista et al. (2017) utilizaram biomassa de *Spirulina platensis* em formulações de biscoitos e obtiveram aumento de até 59 % no conteúdo de proteínas e 100 % tanto nos compostos fenólicos quanto na atividade antioxidante, em relação à amostra controle (sem adição de biomassa microalgal).

Lucas et al. (2018) adicionaram biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 em *snacks* extrusados, observando aumento de 22,6 % na concentração de proteína quando comparado à amostra controle (sem adição de microalga), além de apresentar elevada aceitação sensorial (82,2 %). Barkallah et al. (2017) incorporaram biomassa de *Spirulina* em iogurte e reportaram incremento de 20 % na capacidade antioxidante, redução de 1 h no tempo de fermentação e conservação da textura.

De Marco et al. (2014) observaram aumento de 82 % no teor de proteínas, e incrementos maiores de 100 % no conteúdo de compostos fenólicos e na atividade antioxidante de formulações de massas enriquecidas com *Spirulina platensis*. Enquanto Lucas et al. (2019) reportaram aumento no conteúdo proteico de barras de cereal diretamente proporcional ao aumento na concentração de microalga adicionada ao produto.

Estudos avaliando o enriquecimento de *Spirulina* na indústria de confeitos ainda são limitados. Jespersen et al. (2005) estudaram a viabilidade e estabilidade de três diferentes corantes naturais para substituir a cor azul em formulações de balas de goma. Os autores reportaram a ficocianina de *Spirulina platensis* como a melhor alternativa para a obtenção de cor brilhante e estável em balas de goma.

A polpa do açaí tem sido utilizada como ingrediente para o enriquecimento de diversos alimentos. Espírito Santo et al. (2010) adicionaram polpa de açaí na produção de iogurte e observaram incremento de 60 % no conteúdo de ácidos graxos quando comparado à amostra controle (iogurte sem adição de açaí). Campos et al. (2017) verificaram a correlação diretamente proporcional da atividade antioxidante com o conteúdo de antocianinas em iogurte e leite fermentado, ambos enriquecidos com polpa de açaí.

A incorporação da polpa de açaí em diversas bebidas, assim como sua estabilidade tem sido estudada (ALBARICI; PESSOA, 2012; PACHECO-PALENCIA;

HAWKEN; TALCOTT, 2007). Fernandes et al. (2016) produziram néctar a partir da polpa do açaí e obtiveram resultados positivos de aceitação sensorial, bem como na conservação da acidez e o pH do produto por até 120 dias.

Em outros estudos, Prazeres et al. (2017) produziram barras de cereais com polpa do açaí e reportaram aceitação global superior a 70 %. Silva et al. (2016a), incorporaram polpa de açaí em pó na formulação de balas mastigáveis sem sacarose. Os autores reportaram a retenção de compostos fenólicos e antocianinas durante 6 meses de armazenamento, além da estabilidade da cor do produto, sugerindo o potencial da polpa de açaí como pigmento natural e fornecedor de propriedades antioxidantes para a indústria de confeitos.

3.7 BALAS DE GOMA

O mercado de produtos de confeitaria vem crescendo nos últimos anos no Brasil. O país possui o sexto maior mercado de produtos de confeitaria do mundo com lucros anuais de aproximadamente R\$ 12,75 bilhões e se situa como o quinto consumidor mundial de confeitos, com estimativa de expansão de 5,5 % em 2020 (EUROMONITOR, 2019a). A confeitaria é, portanto, uma indústria em crescimento que exige novas e aperfeiçoadas opções de produtos (TECHNAVIO, 2019).

As balas de goma são uma subcategoria de confeitos caracterizadas por apresentar uma textura elástica e mastigável de consistência firme. Basicamente, estas são compostas de soluções concentradas de açúcares (sacarose e xarope de glicose), combinadas com componentes gelificantes como pectina, ágar-ágar, amido, goma arábica ou gelatina, e ácidos comestíveis como ácido cítrico ou tartárico, sabores e cores (BUREY et al., 2009; HUBBERMANN, 2016).

Durante seu processo de fabricação, as soluções de açúcar são fervidas e misturadas com os agentes formadores de gel, subsequentemente, sabores e cores são introduzidos nessas misturas quentes (BUREY et al., 2009; HUBBERMANN, 2016). Finalmente a calda resultante é resfriada em moldes (HUBBERMANN, 2016) de variados formatos e tamanhos (BUREY et al., 2009).

As balas de goma são consideradas uma matriz alimentar com grande possibilidade para o enriquecimento e adição de diferentes compostos, devido a seus baixos níveis de pH e atividade de água (HUBBERMANN, 2016). Lazzarotto, Rodrigues e Naidoo (2008) desenvolveram balas de goma adicionadas com polidextrose como fibra alimentar, utilizando 7 g de gelatina, 3,2 g de polidextrose, mistura de glicose (31 g) e sacarose (30 g)

para o xarope, acidulante (0,036 g) e aromatizantes (1,154 g). Os autores obtiveram balas de goma com índice de aceitação global de 82 %.

Amjadi et al. (2018) enriqueceram balas de goma com diferentes concentrações de betaina (5 e 10 %), com a seguinte formulação: 8 % (m m⁻¹) de gelatina, 34 % (m m⁻¹) de sacarose, 31 % (m m⁻¹) de glicose e 0,3 % (m m⁻¹) de ácido cítrico. Os autores reportaram um incremento de pelo menos duas vezes na atividade antioxidante das balas de goma em relação ao controle (amostras sem betaina).

Garcia e Penteado (2005) produziram balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E, compostas de 40 g de gelatina, 165 g de sacarose, 157 g de glicose, 7,5 g de ácido cítrico e 130 g de água. Os autores verificaram que a textura das balas desenvolvidas não foi modificada após a adição de vitaminas.

3.7.1 Principais componentes das balas de goma

Em geral, as soluções de açúcar representam o componente de maior proporção em balas de goma (BUREY et al., 2009). A sacarose é o constituinte principal e é responsável pelo gosto doce e a textura, além de conferir estrutura e volume (GODSHALL, 2015). O xarope de glicose é utilizado como ingrediente complementar para o controle da cristalização da sacarose e também contribui com suas propriedades edulcorantes e estabilizantes (BUREY et al., 2009). No entanto, o açúcar está associado a efeitos negativos na saúde e a um pobre aporte nutricional (WHO, 2015). O'connor et al. (2018) relataram a relação da ingestão de açúcares com transtornos metabólicos como hiperglicemia e obesidade, principais fatores de risco para o desenvolvimento de diabetes e problemas cardiovasculares.

Neste contexto, o interesse por alimentos mais nutritivos e saudáveis vem aumentado nos últimos anos. Segundo a Agência *Euromonitor International*, nos cinco anos anteriores, o segmento de alimentos e bebidas saudáveis cresceu em média 12,3 % ao ano e vem apresentando forte tendência na produção de confeitos isentos ou com redução de açúcar, os quais incorporam polióis como adoçantes alternativos e agentes de corpo (EUROMONITOR, 2019b).

Os polióis ou álcoois de açúcar são carboidratos de baixa digestibilidade, utilizados como adoçantes hipocalóricos sem alteração dos níveis de glicose sanguínea. Estas substâncias contêm menos calorias por grama quando comparadas com a sacarose, apresentando o mesmo volume. Entre os polióis mais utilizados se destacam o manitol, xilitol, eritritol, sorbitol, maltitol e isomalte (GREMBECKA, 2015). A ingestão de polióis não apresenta risco à saúde de crianças e mulheres grávidas, sendo considerado seguro e livre de

efeitos adversos para a população. No entanto, a recomendação diária de consumo para crianças é de 30 g d⁻¹ a fim de evitar desconforto gastrointestinal (RAPAILLE; GOOSENS; HEUME, 2003).

Estudos realizados por Silva et al. (2016a, 2016b) mostraram o potencial dos polióis como alternativa na redução do conteúdo de açúcares de balas mastigáveis de açaí. Os autores formularam balas mastigáveis compostas por isomalte (30 % m m⁻¹), eritritol (30 % m m⁻¹), maltitol (40 % m m⁻¹) e açaí em pó (5 % m m⁻¹), obtendo efeito positivo nas propriedades físico-químicas das balas e na retenção de componentes bioativos (antocianinas e compostos fenólicos) por até 6 meses de armazenamento, além de maior aceitabilidade que aquelas contendo sacarose.

O isomalte geralmente substitui a sacarose, o componente promotor da cristalização, enquanto que o maltitol substitui ao xarope de glicose, o componente da fase não cristalizável. A inserção destes polióis é fundamental para garantir o equilíbrio requerido entre a fase cristalizável e a não cristalizável dos açúcares, a fim de obter um produto de adequada textura e viscosidade (SENTKO; WILLIBALD-ETTLE, 2012). O maltitol confere boa transparência e estabilidade (FLAMBEAU; RESPONDEK; WAGNER, 2012), enquanto que o eritritol é utilizado como componente não higroscópico neste tipo de confeitos (DE COCK, 2012).

A gelatina continua sendo o agente gelificante mais utilizado devido a sua adequada textura e diversas propriedades funcionais, estabilizadoras e emulsionantes (DILLE; HATTREM; DRAGET, 2018; MARFIL; ANHÊ; TELIS, 2012), além de reter maior quantidade de pigmentos em comparação com aqueles produtos compostos por dois ou mais agentes gelificantes (HANI; ROMLI; AHMAD, 2015). Marfil, Anhê e Telis (2012) testaram diversas concentrações de gelatina e amido de milho na formulação de balas de goma, além da adição de polióis. Os autores reportaram melhores respostas nos parâmetros físicos de balas formuladas com 8 % (m m⁻¹) de gelatina, 61,3 % (m m⁻¹) de maltitol, 10,2 % (m m⁻¹) de xilitol e 20,4 % (m m⁻¹) de água, e verificaram a influência positiva da gelatina na cor e na textura das balas quando comparadas com as que continham amido em suas misturas.

Os corantes são utilizados para restituir, melhorar ou padronizar a cor dos produtos alimentícios (STICH, 2016). A cor é um fator importante ligado à aparência e o sabor dos produtos de confeitaria, além de influenciar na decisão de compra dos consumidores (EDWARDS, 2009; STICH, 2016). No entanto, o consumo de produtos com corantes artificiais está associado ao Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDHA) em crianças (MCCANN et al., 2007). Recentemente, a Academia Americana de

Pediatria (AAP) declarou a necessidade de limitar a exposição de crianças à corantes artificiais e a diversos aditivos alimentares, pois estes apresentam risco à saúde (TRASANDE; SHAFFER; SATHYANARAYANA, 2018).

Neste sentido, tem sido avaliado o aproveitamento de pigmentos naturais provenientes de frutas como alternativa para a adição de cor na elaboração de confeitos. Hani, Romli e Ahmad (2015) incorporaram purê de pitaya vermelha na formulação de balas de gelatina e obtiveram retenção da cor durante 8 semanas de armazenamento, textura adequada, boa aceitação sensorial e 30 % de inibição do radical DPPH. Silva et al. (2016a) sugeriram o uso de açaí como pigmento natural e como fonte de antioxidantes para a indústria de confeitos. Jespersen et al. (2005) reportaram a estabilidade da ficocianina em balas de goma, sugerindo a ficocianina proveniente de *Spirulina platensis* como uma alternativa natural para a coloração azul, muito utilizada na indústria de confeitaria.

CAPÍTULO III

4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O presente trabalho de dissertação foi realizado em 2 etapas, em que, na primeira foram desenvolvidas 7 formulações de balas de goma, sendo 3 enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18, 3 enriquecidas com polpa de açaí liofilizada e o respectivo controle (sem adição de *Spirulina* sp. LEB 18 e açaí). Estas formulações foram avaliadas quanto seus parâmetros nutricionais, funcionais (compostos fenólicos e atividade antioxidante), físicos e sensoriais. Na segunda etapa do trabalho foram desenvolvidas 3 formulações de balas de goma contendo misturas de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada, a fim de verificar seu possível efeito sinérgico. Foram realizadas também avaliações das características nutricionais, funcionais (compostos fenólicos e atividade antioxidante), físicas e sensoriais. Assim, foi demonstrada a viabilidade da aplicação destas matrizes alimentares (*Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada) no desenvolvimento de balas de goma. Neste sentido, cada etapa resultou em um artigo científico, no qual será distribuído do seguinte modo:

ARTIGO 1: Balas de goma enriquecidas com *Spirulina* e açaí: caracterização nutricional, físico-química e sensorial.

ARTIGO 2: Efeito sinérgico de misturas alimentares: *Spirulina* sp. LEB 18 e açaí no desenvolvimento de balas de goma.

ARTIGO 1

**BALAS DE GOMA ENRIQUECIDAS COM *Spirulina* E AÇAÍ: CARACTERIZAÇÃO
NUTRICIONAL, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL**

RESUMO

O interesse por alimentos nutritivos e saudáveis vem reestruturando a formulação clássica de diversos produtos, entre eles os confeitos. O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* e polpa de açaí liofilizada. Neste sentido, sete formulações foram desenvolvidas, uma formulação controle (sem adição de *Spirulina* e açaí) e seis classificadas em dois grupos: (1) Balas de gomas adicionadas de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nas concentrações de 1 %, 3 % e 5 %; (2) Balas de goma adicionadas de polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 %, 3 % e 5 %. As sete formulações desenvolvidas foram avaliadas quanto suas características nutricionais, físicas, funcionais e sensoriais. As balas de goma enriquecidas com 5 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 apresentaram os maiores incrementos nutricionais e funcionais, resultando em aumento proteico de 36 %, conteúdo de compostos fenólicos de 0,081 mg GAE g⁻¹ e 11,5 % de inibição para o radical DPPH. As balas de goma enriquecidas com 3 % de polpa de açaí liofilizada apresentaram 1,4 % de lipídios, 0,190 mg GAE g⁻¹ de compostos fenólicos e 27,0 % de inibição do radical DPPH. Além disso, o índice de aceitabilidade foi considerado satisfatório tanto para a formulação de balas de goma enriquecidas com 5 % de biomassa de *Spirulina* (78,7 %) quanto para as balas com 3 % de polpa de açaí liofilizada (83,8 %). Concluiu-se que a biomassa de *Spirulina* e o açaí liofilizado podem ser utilizados na fabricação de gomas, como alternativas para o desenvolvimento de produtos mais saudáveis e nutritivos.

Palavras-chave: Açaí. Atividade antioxidante. Compostos bioativos. Confeitos. Microalga.

1 INTRODUÇÃO

A manutenção da saúde e o bem-estar vem sendo o foco da indústria de alimentos nos últimos anos (EUROMONITOR, 2019b). Uma dieta equilibrada e um estilo de vida saudável são considerados fatores chave para modular os processos metabólicos e preservar o adequado funcionamento do corpo (DAS, SEN 2014; SHARMA et al., 2016). No mercado atual, os consumidores preferem alimentos que além de possuir valor nutricional elevado ofereçam compostos benéficos à saúde (EUROMONITOR, 2019b). Essa tendência tem aumentado a demanda por produtos saudáveis e nutritivos, e, portanto, o interesse no desenvolvimento de uma ampla gama de produtos contendo antioxidantes, vitaminas, probióticos, ácidos graxos e diversos compostos bioativos (LEE, 2017; SHARMA et al., 2016).

Nesse sentido, a indústria de confeitos vem demonstrando sua tentativa por diversificar e melhorar a qualidade nutricional dos seus produtos, mediante a inserção de diversas matrizes alimentares para a redução de calorias (MARFIL; ANHÊ; TELIS, 2012), a substituição de corantes e aditivos artificiais (HANI; ROMLI; AHMAD, 2015) e a defesa contra o estresse oxidativo (AMJADI et al., 2018; KUMAR et al., 2018). Neste contexto, a microalga *Spirulina* e o fruto do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) destacam-se como alternativas inovadoras para o enriquecimento de confeitos, devido ao seu elevado poder nutricional e antioxidante.

A incorporação de *Spirulina* em diversos alimentos tem verificado seu incremento nutricional, principalmente no conteúdo de proteínas, minerais e vitaminas (BATISTA et al., 2017; DE MARCO et al., 2014; LUCAS et al., 2018; LUCAS et al. 2019). Além disso, esta microalga é considerada GRAS (*Generally Recognized As Safe*) e seu consumo não representa risco para a saúde (FDA, 2002a). A polpa de açaí é amplamente reconhecida como fonte de ácidos graxos ômega 6 e 9, além de apresentar mais de 90 compostos bioativos com propriedades antioxidantes na sua composição, principalmente antocianinas, fenólicos e carotenoides (KANG et al., 2010; YAMAGUCHI et al., 2015). O consumo de polpa de açaí vem sendo relacionado com efeitos benéficos na saúde e a proteção contra os radicais livres (KANG et al., 2012; PALA et al., 2018, PEIXOTO et al., 2016). Silva et al. (2016a) incorporaram polpa de açaí em pó na formulação de balas mastigáveis, verificando a estabilidade de componentes bioativos (antocianinas e fenólicos) e o potencial de açaí como pigmento natural.

As balas de goma são um tipo de confeito tipicamente elaborado à base de gelatina, de consistência firme, textura elástica e aspecto brilhante (BUREY et al., 2009). Este produto está disponível no mercado em diferentes formatos e tamanhos, sendo o *gummy bear* o mais popular e apreciado (GARCIA; PENTEADO, 2005). Dados disponíveis na literatura até o momento não reportam estudos da inserção de biomassa de *Spirulina* em balas de goma, enquanto estudos do enriquecimento com açaí na indústria de confeitos ainda são limitados.

Diante do apresentado, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver balas de goma enriquecidas com açaí e *Spirulina* sp. LEB 18, livres de corantes artificiais e sem adição de açúcar, no intuito de maximizar os benefícios nutricionais deste produto e fornecer compostos bioativos benéficos à saúde.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA-PRIMA

A microalga *Spirulina* sp. LEB 18, isolada da Lagoa Mangueira (MORAIS et al., 2008), foi cultivada na Planta Piloto do Laboratório de Engenharia Bioquímica localizada na cidade de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul (33°30'13''S e 53°08'59''W). Após a realização do cultivo, a biomassa foi coletada do meio líquido, concentrada, extrusada e posteriormente seca em estufa. A biomassa microalgal foi moída em moinho de bolas e posteriormente armazenada a -18 °C.

A polpa de açaí liofilizada, a gelatina bovina, o ácido cítrico e os polióis (maltitol, eritritol e isomalte) foram adquiridos no comércio local.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

2.2.1 Composição proximal

A concentração de proteínas na biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e na polpa de açaí liofilizada foi determinada de acordo com o método de nitrogênio total micro-Kjeldahl (n° 981.10), com fator de conversão de 6,25. As determinações dos teores de cinzas e umidade nas matérias-primas foram realizadas utilizando os métodos gravimétricos em mufla (n° 920.153) e em estufa (n° 950.46), respectivamente (AOAC, 2000). O teor de lipídios totais na biomassa microalgal foi determinado de acordo com o método gravimétrico de Folch, Lees e Stanley (1957) e a concentração de carboidratos pelo método fenol-sulfúrico, utilizando curva padrão de glicose (Dubois et al., 1956). Para a determinação do teor de

lipídios na polpa de açaí liofilizada foi utilizado método de Soxhlet (n° 960.39C), utilizando éter de petróleo como solvente extrator, enquanto o teor de carboidratos foi determinado por diferença.

2.2.2 Quantificação de compostos bioativos

2.2.2.1 Ficocianina

A extração de ficocianina na biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 foi realizada segundo metodologia descrita por Silveira et al. (2007), utilizando tampão fosfato de sódio 0,1 mol L⁻¹ (pH 6,9) como solvente. A quantificação foi realizada por espectrofotometria de acordo com a Equação 1 descrita por Bennett e Bogorad (1973), em que A₆₂₀ e A₆₅₂ são as leituras de absorbância nos respectivos comprimentos de onda.

$$\text{Ficocianina (mg.ml}^{-1}\text{)} = \frac{A_{620} - (0,474 \times A_{652})}{5,34} \quad (1)$$

2.2.2.2 Antocianinas

A extração das antocianinas da polpa de açaí liofilizada foi realizada segundo metodologia descrita por Teixeira et al. (2008), utilizando álcool etílico acidificado com ácido clorídrico P.A. (pH do meio 2,0) como solvente extrator. Após 24 horas sob condições de refrigeração (5 °C) e ao abrigo da luz, foi realizada a quantificação de acordo com o método do pH diferencial. Alíquotas do extrato foram transferidas para balões volumétricos de 5 mL, sendo seus volumes completados com soluções tampões pH 1,0 e pH 4,5.

O cálculo do teor de antocianinas foi realizado a partir de leituras das absorbâncias nos comprimentos de onda de 520 e 700 nm e os resultados foram expressos como mg de equivalente de cianidina-3- glucosídeo 100 g⁻¹ de amostra.

2.2.2.3 Compostos Fenólicos

A extração dos compostos fenólicos na biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e na polpa de açaí liofilizada foi realizada de acordo com Souza et al. (2011), utilizando de álcool metílico P.A., como solvente extrator. A quantificação foi realizada por espectrofotometria de acordo com o método colorimétrico Folin-Ciocalteu (FOLIN; CIOCALTEU, 1927). O teor de fenóis livres foi determinado a partir de curva padrão de ácido gálico contendo 10 mg mL⁻¹,

da qual prepararam-se diluições variando entre 20 e 140 $\mu\text{g mL}^{-1}$. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE) g^{-1} de amostra.

2.2.3 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e da polpa de açaí liofilizada foi avaliada pelos mecanismos de captura do radical livre DPPH conforme Maadane et al. (2015) e do radical livre ABTS, segundo o método descrito por Miliauskas et al. (2004). Para tal, foram preparados extratos das matérias-primas ($2,5 \text{ mg mL}^{-1}$), os quais foram submetidos à banho ultrassônico (Quimis, Q-3350, Brasil) por 15 min. Após, as amostras foram centrifugadas a 660 g durante 5 min e o sobrenadante foi coletado para posterior determinação da atividade antioxidante.

Para a avaliação do mecanismo de captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), alíquotas de 0,1 mL de extrato foram misturadas com 3,9 mL do radical e deixadas em repouso no escuro durante 30 min. Também foram preparados um branco (0,1 mL de amostra e 3,9 mL de álcool metílico) e um controle (0,1 mL de água destilada e 3,9 mL da solução DPPH). Após transcorrido o tempo, foi realizada leitura da absorbância em espectrofotômetro (UVmini-1240, Shimadzu, Japão) a 515 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição de acordo com a Equação 2, onde $Abs_{amostra}$ representa a leitura de absorbância do radical remanescente da reação com o extrato, a Abs_{branco} representa a leitura do extrato e o álcool metílico, enquanto $Abs_{controle}$ representa a leitura de água destilada com o radical.

$$\text{Inibição} = \left[1 - \frac{Abs_{amostra} - Abs_{branco}}{Abs_{controle}} \right] \times 100 \quad (2)$$

Para a determinação da atividade antioxidante pelo método da captura do radical ABTS+ (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)), 3 mL do radical ABTS+ foi adicionado as alíquotas de 30 μL dos extratos. Após 6 min de repouso no escuro, foi realizada a leitura da absorbância das amostras em espectrofotômetro (UVmini-1240, Shimadzu, Japão) a 734 nm. Leituras do branco (30 μL de amostra e 3 mL de álcool etílico) e do controle (30 μL de água destilada e 3 mL do radical ABTS+) também foram realizadas. Os resultados da atividade antioxidante foram expressos em porcentagem de inibição de acordo com a Equação 2, descrita anteriormente.

2.3 DESENVOLVIMENTO DAS BALAS DE GOMA

O desenvolvimento das balas de goma foi realizado segundo o método descrito por Marfil, Anhê e Telis (2012) com modificações, sendo o processo constituído por 5 fases: pré-cozimento/dissolução, cozimento, temperagem/resfriamento, moldagem e embalagem. A dissolução da gelatina foi realizada em banho-maria a 60 °C por 20 min. Os polióis (maltitol, eritritol e isomalte) foram misturados em água filtrada e aquecidos a uma temperatura de aproximadamente 130 °C, até atingir 80 - 85 % de sólidos solúveis (EDWARDS, 2003; GARCIA; PENTEADO, 2005). Após, a gelatina previamente hidratada foi adicionada e homogeneizada por 1-2 min a mistura contendo polióis.

A mistura resultante foi resfriada até a temperatura de 40 °C e posteriormente foi adicionada a biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e a polpa de açaí liofilizada, visando evitar perdas nutricionais e sensoriais (SILVA, et al., 2016b), além do ácido cítrico. Após esta mistura foi gelificada em moldes de silicone à temperatura ambiente durante 24 h (GARCIA; PENTEADO, 2005). As balas finalizadas foram desenformadas e armazenadas em embalagens plásticas seladas a vácuo até o momento das análises. Os parâmetros do processo estão baseados nos dados apresentados por Sentko e Willibald-Ettle (2012) para o uso de polióis e por Hoffman (2002) para o uso de gelatina no desenvolvimento de confeitos e balas de gelatina.

Inicialmente foi testada a formulação contendo 7 % de gelatina, 28 % de água 35 % de maltitol, 15 % de eritritol e 15 % de isomalte, como o controle. No entanto, as balas de goma resultantes desta formulação apresentaram consistência mole e formação de cristais de açúcar, sendo necessária sua reestruturação. Neste sentido, considerou-se aumentar a porcentagem de gelatina e reduzir o conteúdo dos polióis presentes na formulação.

Após a definição da formulação controle iniciaram-se os testes para as formulações enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18. Para tal, a concentração máxima de enriquecimento foi calculada de acordo como os regulamentos da legislação (BRASIL, 2003, 2005a). Sendo assim, foi testada a formulação contendo 8 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 realizando diminuições proporcionais na concentração do componente maioritário (polióis). Mudanças na concentração da gelatina não são consideradas recomendáveis pois comprometeriam a adequada gelificação da bala e contribuiriam para a redução da sua textura.

As balas de goma enriquecidas com 8 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 mostraram diminuições na capacidade de gelificação, apresentando tendência a desmanchar e

aderir-se no molde. Neste sentido, considerou-se testar concentrações menores de *Spirulina* sp. LEB 18 (1, 3 e 5 %). Por fim, dando continuidade ao modelo de enriquecimento proposto para a biomassa microalgal foram desenvolvidas as formulações de balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de (1, 3 e 5 %).

A Tabela 1 apresenta as formulações finais para as balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* e polpa de açaí liofilizada.

Tabela 1- Formulações de balas de goma controle, adicionadas de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e de polpa de açaí liofilizada (% m m⁻¹)

Ingredientes	Controle	BSP1	BSP3	BSP5	BAC1	BAC3	BAC5
Gelatina	10	10	10	10	10	10	10
Água	28	28	28	28	28	28	28
<i>Spirulina</i>	-	1	3	5	-	-	-
Açaí	-	-	-	-	1	3	5
Maltitol	33	33	32	31	33	32	31
Eritritol	14	13,5	13	12,5	13,5	13	12,5
Isomalte	14	13,5	13	12,5	13,5	13	12,5
Ácido cítrico	1	1	1	1	1	1	1

Os ingredientes utilizados para as formulações das balas de goma são reconhecidos e autorizados para uso em alimentos (BRASIL, 2010) e suas concentrações de adição se encontram dentro dos limites permitidos pela legislação brasileira (BRASIL, 1999, 2005a, 2008).

2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS BALAS DE GOMA

No regulamento técnico para balas, bombons e gomas de mascar (RDC n° 265 de 2005) não constam exigências obrigatórias em relação às análises físico-químicas para estes tipos de produto (BRASIL, 2005b). Neste sentido, as análises propostas foram realizadas a fim de verificar a influência da adição da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e da polpa de açaí liofilizada nas propriedades nutricionais, físico-químicas e sensoriais de cada uma das formulações das balas de goma desenvolvidas.

2.4.1 Composição proximal

As balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada foram caracterizadas quanto ao teor de proteínas, lipídios e cinzas de acordo com os métodos da AOAC (2000), conforme descrito no item 2.2.1. A determinação de umidade foi realizada à vácuo, empregando processo de liofilização (Liobras, modelo L108, Brasil).

2.4.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos foram extraídos segundo Souza et al. (2011), com adaptações. No processo de extração foram pesados 5 g de amostra (balas de goma) e diluídas em 20 mL de álcool etílico 50 % (v v⁻¹) a 25 °C, seguido de períodos de homogeneização (10 min) e repouso (5 min) por 30 min. A mistura foi centrifugada a 3300 g por 10 min, posteriormente o sobrenadante foi clarificado com hidróxido de bário 0,1 mol L⁻¹ e sulfato de zinco 5 % (m v⁻¹) e em seguida novamente centrifugado a 4770 g por 10 min. Após, o sobrenadante foi filtrado em membrana de acetato de celulose (0,45 µm). A quantificação de fenóis livres foi realizada em espectrofotômetro (UVmini-1240, Shimadzu, Japão) a 760 nm e os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE) g⁻¹ de amostra.

2.4.3 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante das balas de goma foi avaliada pelos métodos de DPPH (HANI; ROMLI, AHMAD, 2015) e ABTS (MILIAUSKAS et al., 2004), com adaptações. Para o preparo da amostra 5 g de balas de goma foram pesadas e diluídas a 25 °C em 10 mL de álcool (metílico P.A. para análise de DPPH; etílico P.A. para análise de ABTS) utilizando agitador magnético por 15 min. Após, a mistura foi centrifugada a 4770 g por 15 min e o sobrenadante foi coletado para posterior determinação da atividade antioxidante conforme descrito no item 2.2.3.

2.4.4 Análise da cor

A cor das balas de goma foi determinada em colorímetro (Konica Minolta, modelo Chroma meter CR-400, Japão) por meio do sistema de leitura HunterLab. O sistema representa um diagrama de cores tridimensional mediante uma escala de luminosidade (L*) e eixos para as cores vermelho-verde e amarelo-azul designados como os parâmetros cromáticos de a* e b*, respectivamente. A variação total da cor entre as amostras (ΔE) foi

calculada conforme a Equação 3. O Chroma (C^*) e o ângulo hue (h°), foram calculados segundo as Equações 4 e 5, respectivamente.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (4)$$

$$h^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (5)$$

2.4.5 Análise da textura

O perfil de textura (TPA) das balas de goma foi determinado em texturômetro (TA-XTplus Texture Analyzer, Stable micro systems, Reino Unido) de acordo com os parâmetros descritos por Mutlu; Tontul e Erbaş (2018): probe cilíndrico de 35 mm, velocidade de 1 mm s^{-1} , distância de 10 mm da amostra até o probe e 40 % de compressão.

2.4.6 Análise microbiológica

As balas de goma foram avaliadas microbiologicamente, quanto a presença de coliformes a 45°C , conforme exigido pela resolução RDC nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001), a partir do método descrito em *Bacteriological Analytical Manual* (BAM) (FDA, 2002b).

2.4.7 Avaliação sensorial

A aceitabilidade das balas de goma foi avaliada por 100 julgadores não treinados, recrutados na Universidade Federal do Rio Grande, empregando teste hedônico de aceitação com escala estruturada de 9 pontos, a qual varia de desgostei muitíssimo (1) até gostei muitíssimo (9), em relação aos atributos de cor, sabor, textura e avaliação global. Além disso, foi realizado teste de intenção de compra utilizando escala de 5 pontos variando de certamente não compraria (1) até certamente compraria (5) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007) (APÊNDICE 1).

Para o cálculo do índice de aceitabilidade (IA) foi utilizada a Equação 6 proposta por Arruda et al. (2016), onde X representa a média das notas obtidas para a avaliação global de cada amostra.

$$IA(\%) = \left(\frac{X}{9}\right) \times 100 \quad (6)$$

A avaliação foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade (LASCQ) em cabines individuais, onde as amostras foram apresentadas de forma monádica, randomizada e codificadas em sequência de três dígitos aleatórios, acompanhadas de água mineral. Todos os julgadores assinaram o termo de consentimento antes da realização da avaliação (APÊNDICE 2 e 3). Este estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande tanto para o enriquecimento com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 (Parecer nº 160/2019) (APÊNDICE 4) quanto para a adição de polpa liofilizada de açaí (Parecer nº 114/2019) (APÊNDICE 5).

2.4.8 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos foram avaliados por Análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey com nível de confiança de 95 %.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A Tabela 2 apresenta os resultados de composição proximal, concentração de compostos bioativos e atividade antioxidante da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e da polpa de açaí liofilizada.

Tabela 2 - Composição proximal, concentração de compostos bioativos e atividade antioxidante da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e da polpa de açaí liofilizada

Composição	<i>Spirulina</i> sp. LEB 18	Polpa de Açaí
Proteína (% m m ⁻¹)	58,2 ± 0,7	11,9 ± 0,9
Carboidratos (% m m ⁻¹)	18,5 ± 0,3	32,0 ± 0,9
Lipídios (% m m ⁻¹)	8,9 ± 0,5	52,2 ± 0,5
Cinzas (% m m ⁻¹)	14,8 ± <0,01	3,8 ± <0,01
Fenólicos (mg GAE g ⁻¹)	1,15 ± 0,11	18,8 ± 0,18
Ficocianina (mg g ⁻¹)	50,1 ± 0,42	-
Antocianinas (mg 100 g ⁻¹)	-	159,8 ± 0,71
DPPH (%)	20,6 ± 0,44	44,9 ± 0,74
ABTS (%)	12,3 ± 0,42	26,8 ± 0,56

Média ± desvio padrão (n=3). Resultados de composição proximal expressos em base seca.

As proteínas foram a fração majoritária presente na biomassa de *Spirulina* (58,2 %), o que era esperado, pois essa microalga é mundialmente reconhecida como fonte proteica. Esta característica possibilita o enriquecimento e desenvolvimento de produtos de elevado valor nutricional, e representa uma alternativa para combater a desnutrição e a anemia. Além disso o conteúdo proteico da biomassa foi superior ao reportado em outras fontes importantes, como soja (35 %), leite em pó (30 %), carne bovina (25 %) e ovos (12 %) (REBOLEIRA et al., 2019). Os valores obtidos na composição proximal mostram concordância com aqueles reportados na literatura para esta microalga por Hosseini, Khosravi e Mozafari (2013) (60 % proteínas, 15 % carboidratos, 6 % lipídios e 19 % cinzas) e Lucas et al. (2017) (59,5 % proteínas, 7,0 % lipídios, 17,2 % carboidratos e 16,5 % cinzas).

Quanto a composição da polpa de açaí liofilizada, o teor de lipídios foi o componente mais abundante (52,2 %), resultado que era esperado pois o açaí é um fruto altamente calórico. Segundo Yamaguchi et al. (2015) o teor de lipídios representa mais de 50 % da polpa seca do açaí, sendo considerada uma excelente fonte de energia, além de fornecer quantidades importantes de ácidos graxos essenciais, mono e poli-insaturados. Os resultados da composição proximal da polpa liofilizada do açaí se mostram similares a aqueles relatados por Lucas, Zambiasi e Costa (2018) (10,6 % proteínas, 53,3 % lipídios, 31,8 % carboidratos e 4,2 % cinzas) e por Oliveira e Schwartz (2015) (8 % proteínas, 53 % lipídios, 36 % carboidratos e 3 % cinzas).

Os compostos fenólicos desempenham papel fundamental na atividade antioxidante atribuída à microalga *Spirulina* e à polpa de açaí, reduzindo os danos causados por espécies reativas de oxigênio (KANG et al., 2012; MORAIS et al., 2015). A concentração de compostos fenólicos livres obtida para a biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 (Tabela 2) se mostrou similar ao verificado por Kuntzler (2017) e Ribeiro et al. (2016), que obtiveram valores de 1,04 mg GAE g⁻¹ e 1,2 mg GAE g⁻¹, respectivamente. Com relação à polpa liofilizada do açaí, o resultado foi próximo ao citado por Ruffino et al. (2011) e Paz et al. (2015) de 15 mg GAE g⁻¹ e 18,08 mg GAE g⁻¹, respectivamente.

A ficocianina é um complexo proteína- pigmento presente na microalga *Spirulina*, com propriedades anti-inflamatórias inibitórias do câncer, artrites e diabetes (GARGOURI; MAGNÉ; FEKI, 2016, JIANG et al., 2018), além de exercer poder estimulante no sistema imunológico e apresentar características antioxidantes (WU et al., 2016). Os valores de ficocianina encontrados no presente estudo (Tabela 2) foram superiores aos relatados por Lucas et al. (2018) e Prates et al. (2018) que obtiveram 41,76 mg g⁻¹ e 46,36 mg g⁻¹ para biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18. De acordo com Prates et al. (2018), o conteúdo de

ficocianina pode ser influenciado pelo método de extração e as condições de cultivo, como luz, temperatura e quantidade de nitrogênio disponível no meio.

As antocianinas são pigmentos solúveis em água, responsáveis pela cor vermelha e violeta do açaí, apresentam elevada atividade antioxidante e efeito protetor contra doenças degenerativas como o *Alzheimer* (PEIXOTO et al., 2016). A polpa de açaí liofilizada apresentou teor de antocianinas de 159,8 mg 100 g⁻¹, encontrando-se entre os valores reportados por Silva et al. (2016a) (135,15 mg 100 g⁻¹) e Pacheco-Palencia (2009) (205,6 mg 100 g⁻¹).

A microalga *Spirulina* e o fruto do açaí são amplamente reconhecidos como potentes antioxidantes (KANG et al., 2010; KEPEKÇI et al., 2013). Os compostos bioativos presentes na biomassa de *Spirulina* são considerados os principais responsáveis do poder antioxidante desta microalga e dos seus efeitos benéficos à saúde (VAZ et al., 2016; ZAID; HAMMAD; SHARAF, 2015). A microalga *Spirulina* apresentou porcentagem de inibição de 20,9 % para o mecanismo DPPH, enquanto para ABTS foi obtido valor de 12,3 %. Cavalheiro et al. (2013) reportaram 13,8 % de inibição do radical DPPH para a microalga *Spirulina* sp. LEB 18 após 30 min de reação, sendo o valor encontrado no presente estudo superior ao reportado pelos autores.

A polpa de açaí liofilizada apresentou valores de porcentagem de inibição de 44,9 % (DPPH) e 26,6 % (ABTS). Freitas et al. (2019b) obtiveram porcentagem de inibição do radical ABTS de 11 % para a polpa de açaí, enquanto Bonomo et al. (2014) reportaram 53,3 % de inibição do radical DPPH. Segundo Yamaguchi et al. (2015), o açaí (*Euterpe oleracea*) exibiu os melhores resultados na retenção de radicais livres quando comparado à 15 frutos da Amazônia brasileira. A presença de compostos fenólicos principalmente antocianinas e flavonoides conferem elevado poder antioxidante a este fruto (KANG et al., 2011). Segundo Santos-Sánchez et al. (2019), discrepâncias nos resultados de atividade antioxidante estão relacionados principalmente a diferenças no tempo de espera, especificidades dos reagentes, alíquotas e concentração dos solventes utilizados.

Esses resultados demonstram o potencial de utilização da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e da polpa de açaí liofilizada para o enriquecimento nutricional e funcional de alimentos.

3.2 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DAS BALAS DE GOMA

Os resultados de composição proximal das balas de goma enriquecidas com *Spirulina* sp. LEB 18 (Tabela 3) demonstraram que a adição da biomassa nas concentrações

de 1, 3 e 5 % promoveu o incremento nutricional dos produtos quanto ao teor de proteínas, lipídios e cinzas, com diferença significativa ($p < 0,05$) da bala de goma controle (BC).

Tabela 3 - Composição proximal das balas de goma controle (BC) e enriquecidas com biomassa de *Spirulina* nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)

Composição (g 100g ⁻¹)	BC	BSP1	BSP3	BSP5
Proteínas	8,8 ± 0,4 ^c	9,6 ± 0,2 ^c	10,6 ± 0,3 ^b	12,0 ± 0,4 ^a
Lipídios	N. D.	0,1 ± <0,01 ^c	0,2 ± <0,01 ^b	0,3 ± <0,01 ^a
Cinzas	N. D.	0,3 ± <0,01 ^c	0,6 ± <0,01 ^b	0,8 ± <0,01 ^a
Carboidratos	91,2 ± 0,4 ^a	89,9 ± 0,2 ^b	88,7 ± 0,3 ^c	86,9 ± 0,4 ^d

Média ± desvio padrão (n= 3). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$). Carboidratos foram determinados por diferença. Resultados em base seca. N.D.: não detectado.

A adição de 5 % de biomassa de *Spirulina* na bala de goma resultou no aumento de 36 % no teor proteico em relação à amostra controle. Diversos estudos comprovaram o incremento nutricional de alimentos enriquecidos com biomassa de *Spirulina*, quanto ao teor de proteínas, lipídios e minerais (BATISTA et al., 2017; DE MARCO et al., 2014, LUCAS et al., 2019). Lucas et al. (2018) reportaram incrementos no conteúdo de proteínas, lipídios e minerais (cinzas) ao incorporar biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 em *snacks* extrusados. Neste estudo, os autores obtiveram 10,3 % de proteínas, 0,73 % de lipídios e 1,01 % de cinzas para *snacks* enriquecidos com 2,6 % desta microalga, sendo o incremento de 22,6 %, 28,1 % e 46,4 %, respectivamente, quando comparado à amostra controle.

As balas de goma enriquecidas com 5 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 apresentaram incremento de 167 % no teor de minerais (cinzas) em relação à bala de goma enriquecida com 1 %. O significativo aumento no teor de cinzas ($p < 0,05$) está provavelmente relacionado ao conteúdo de minerais presentes na biomassa de *Spirulina*. Segundo Soni, Sudhakar e Rana (2017), *Spirulina* possui conteúdo de minerais aproximado de 8000 mg 100 g⁻¹ de biomassa, apresentando principalmente macrominerais como cálcio, sódio, potássio, fósforo, magnésio, e microminerais como ferro, cromo, cobre, manganês, e zinco. Devido a esta característica a microalga *Spirulina* vem sendo utilizada como alternativa de enriquecimento em produtos para desportistas e atletas (CARVALHO et al., 2018; MOREIRA et al., 2018).

Após a adição de polpa de açaí liofilizada foi observado incremento do teor de lipídios e cinzas das balas de goma, ($p < 0,05$), sendo possível verificar relação diretamente

proporcional entre as concentrações de açaí adicionadas e os aumentos nutricionais apresentados pelas amostras (Tabela 4). As balas de goma enriquecidas com 3 % de polpa de açaí liofilizada apresentaram aumento de 133 % no teor lipídico e 50 % no teor de minerais (cinzas) em relação à amostra adicionada com 1 %.

O aumento no teor de lipídios das balas de goma devido ao enriquecimento com açaí era esperado. Este fruto é reconhecido como um alimento altamente calórico e os lipídios são seu principal constituinte (OLIVEIRA; SCHWARTZ, 2018). Segundo Yamaguchi et al. (2015), o açaí possui 60 % de ácidos graxos monoinsaturados e 14 % poli-insaturados, além de conter quantidades consideráveis de ácidos graxos essenciais, como os ácidos oleico e linoleico. Diversos estudos têm sido realizados a fim de verificar os benefícios desses ácidos graxos na redução de doenças cardiovasculares e nos níveis sanguíneos de colesterol total e triacilgliceróis (PALA et al., 2018; YUYAMA et al., 2011; XIE et al., 2011).

Tabela 4 - Composição proximal das balas de goma controle (BC) e enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)

Composição (g 100g⁻¹)	BC	BAC1	BAC3	BAC5
Proteínas	8,9 ± 0,3 ^a	8,9 ± 0,4 ^a	9,3 ± 0,4 ^a	9,6 ± 0,2 ^a
Lipídios	N. D.	0,6 ± <0,01 ^c	1,4 ± <0,01 ^b	2,0 ± <0,01 ^a
Cinzas	N. D.	0,2 ± <0,01 ^c	0,3 ± <0,01 ^b	0,4 ± <0,01 ^a
Carboidratos	91,1 ± 0,3 ^a	90,3 ± 0,4 ^a	89,1 ± 0,4 ^b	88,1 ± 0,2 ^c

Média ± desvio padrão (n= 3). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p<0,05). Carboidratos foram determinados por diferença. Resultados em base seca. N.D.: não detectado.

A adição de açaí em diferentes matrizes alimentares mostrou diversas melhorias nutricionais e funcionais (CAMPOS et al., 2017, ESPÍRITO SANTO et al., 2010; SILVA et al., 2016a). Prazeres et al. (2017) enriqueceram barras de cereais com polpa de açaí (10 %) e obtiveram 10,8 % de lipídios e 0,9 % de cinzas, enquanto Espirito Santo et al. (2010) adicionaram 7 % de polpa de açaí liofilizada em iogurte e reportaram incremento de 147 % no teor de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), quando comparada com a amostra controle.

A polpa de açaí liofilizada apresenta importante conteúdo de minerais, principalmente potássio (900 mg 100 g⁻¹), cálcio (330 mg 100 g⁻¹) magnésio (124 mg 100 g⁻¹), fósforo (54,5 mg 100 g⁻¹) e sódio (28,5 mg 100 g⁻¹), estes minerais são considerados importantes para o crescimento e bom funcionamento do corpo (MENEZES; TORRES; SRUR, 2008).

3.3 COMPOSTOS FENÓLICOS

A adição da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 afetou significativamente o teor de compostos fenólicos livres das balas de goma ($p < 0,05$), sendo verificado aumento deste valor conforme o incremento na concentração de *Spirulina* (Tabela 5). O maior conteúdo de compostos fenólicos livres foi verificado na bala de goma enriquecida com 5 % de biomassa de *Spirulina* ($0,081 \text{ mg GAE g}^{-1}$), resultando no incremento de 153 % da concentração destes compostos em relação a bala de goma com adição de 1 % de biomassa microalgal. Batista et al. (2017) incorporaram biomassa de *Arthrospira platensis* em *cookies* e reportaram aumento no conteúdo dos compostos fenólicos de $0,04 \text{ mg de GAE g}^{-1}$ (para a amostra enriquecida com 2 % de microalga) até $0,90 \text{ mg de GAE g}^{-1}$ (para a amostra enriquecida com 6 %).

Tabela 5 - Compostos fenólicos das balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)

Amostra	Compostos Fenólicos (mg GAE g ⁻¹)
BSP1	$0,032 \pm 0,003^c$
BSP3	$0,060 \pm 0,002^b$
BSP5	$0,081 \pm 0,004^a$

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança.

A família dos fenólicos incluem uma ampla gama de compostos, principalmente fenóis simples, flavonoides, taninos, ligninas e ácidos fenólicos (BATISTA et al., 2017). Estes compostos são sintetizados como metabólitos secundários pela microalga *Spirulina* e têm sido relacionados com a promoção da saúde, reduzindo a progressão de alguns tipos de câncer, risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas, além de promover ação protetora contra diversas toxinas no fígado (ZAID; HAMMAD; SHARAF, 2015).

Após a adição de polpa de açaí liofilizada (Tabela 6) foi observado aumento no conteúdo de compostos fenólicos livres presentes nas balas de goma ($p < 0,05$), sendo verificada relação diretamente proporcional entre as concentrações de açaí adicionadas e os aumentos reportados.

A composição química do açaí caracteriza-se pela presença de substâncias bioativas, 23 % das quais são compostos fenólicos (YAMAGUCHI et al., 2015). De acordo com Kang et al. (2011), frutos ricos em polifenóis são classificados como agentes antioxidantes, devido a sua capacidade de impedir a formação de espécies reativas de oxigênio, contribuindo para a redução dos danos causados a diferentes estruturas celulares.

Tabela 6 - Compostos fenólicos das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)

Amostra	Compostos Fenólicos (mg GAE g ⁻¹)
BAC1	0,082 ± 0,005 ^c
BAC3	0,190 ± 0,008 ^b
BAC5	0,287 ± 0,014 ^a

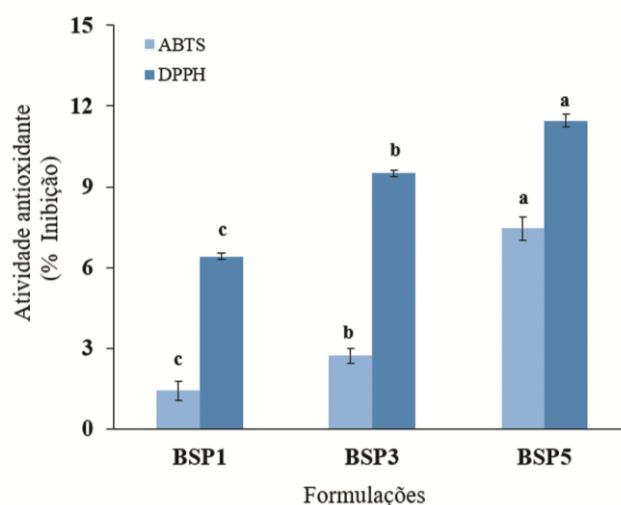
Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança.

Os valores de compostos fenólicos livres presentes nas balas de goma variaram de 0,082 mg de GAE g⁻¹ para o ensaio BAC1 a 0,287 mg de GAE g⁻¹ para a amostra BAC5. Silva et al. (2016a) reportaram valor de compostos fenólicos de 250,89 mg GAE 100 g⁻¹ para balas mastigáveis enriquecidas com açaí. Enquanto Sadowska-Krępa et al. (2015) obtiveram 1,98 mg GAE mL⁻¹ para suco a base de açaí. Esses resultados indicam a versatilidade do açaí na formulação de diferentes produtos e a presença de compostos fenólicos após diferentes processos de fabricação. Segundo Silva et al (2016a) discrepâncias entre os resultados podem estar associadas a características intrínsecas do fruto, fatores fisiológicos, área cultivada, interferências agrônômicas, bem como diferenças nas metodologias utilizadas, condições de processamento e armazenamento.

3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

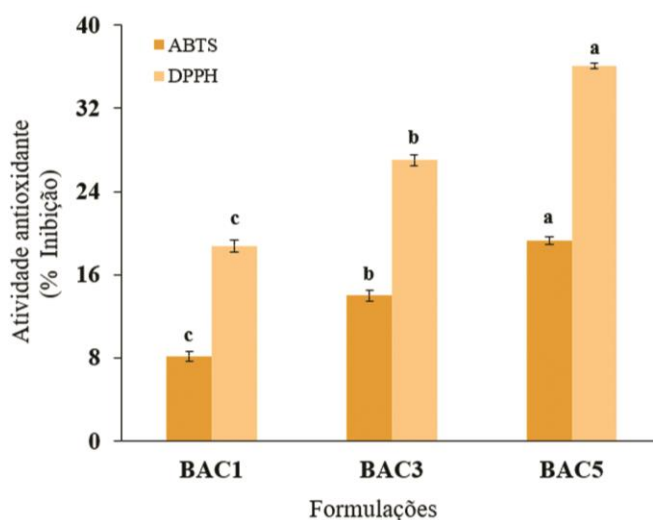
Os resultados de atividade antioxidante para as balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 são apresentados na Figura 1. A adição de *Spirulina* sp. LEB 18 conferiu poder antioxidante as balas de goma, propriedade ausente na amostra controle. A capacidade de inibição dos radicais livres DPPH e ABTS aumentou significativamente ($p < 0,05$) com a suplementação desta microalga. A maior porcentagem de inibição foi observada na amostra BSP5, sendo verificados valores de 11,5 % e 7,5 % para os métodos de DPPH e ABTS, respectivamente. Diversos metabólitos presentes na biomassa de *Spirulina* como compostos fenólicos, carotenoides e ficocianina, têm sido associados ao potencial antioxidante da microalga (BATISTA et al., 2017; ZAID; HAMMAD; SHARAF, 2015). Yamaguchi et al. (2019) reportaram 6,8 % de inibição do radical DPPH em iogurte adicionado de 1,6 % de *Spirulina*.

Figura 1 - Atividade antioxidante das balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1) 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)



O enriquecimento com polpa de açaí liofilizada aumentou significativamente ($p < 0,05$) a atividade antioxidante das balas de goma (Figura 2). Para o mecanismo DPPH os valores de inibição aumentaram de 18,8 % para a amostra BAC1 a 36,1 % no ensaio BAC5. Hani, Romli e Ahmad (2015) reportaram capacidade de inibição de 27 % para o mecanismo de DPPH em balas de goma incorporadas com purê de pitaya vermelha, enquanto Cappa et al. (2015) relataram valores de inibição de 96,1 % e 87,7 % para balas de goma enriquecidas com 5 e 10 % de betanina, respectivamente.

Figura 2 - Atividade antioxidante das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1) 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)



Tendência similar foi observada para o mecanismo do ABTS (Figura 2), sendo obtidos incrementos significativos ($p < 0,05$) na capacidade de inibição das amostras

conforme o aumento das concentrações de polpa de açaí liofilizada adicionada. Segundo Yamaguchi et al. (2015) a atividade antioxidante do açaí está relacionada à presença de compostos bioativos, principalmente compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides.

3.5 ANÁLISE DA COR

A cor é um fator importante nos produtos de confeitaria, pois está diretamente relacionado a sua aparência e sabor, além de influenciar a decisão de compra do consumidor (EDWARDS, 2009; STICH, 2016). O enriquecimento com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 ocasionou a redução ($p < 0,05$) da luminosidade (L^*) das amostras e do parâmetro a^* , indicando o escurecimento das balas de goma e sua proximidade com o módulo de cor verde (Tabela 7). Resultados similares foram reportados por Lucas et al. (2018) para *snacks* enriquecidos com *Spirulina* sp. LEB 18 e por Batista et al. (2017) para *cookies* adicionadas com a microalga *Arthrospira platensis*. Em ambos estudos os autores observaram valores mais baixos de L^* e valores negativos de a^* para as amostras enriquecidas com microalga quando comparadas à amostra controle.

Tabela 7 - Parâmetros da cor para as balas de goma controle (BC) e enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)

Parâmetro	BC	BSP1	BSP3	BSP5
L^*	$84,65 \pm 0,10^a$	$55,55 \pm 0,13^b$	$19,56 \pm 0,12^c$	$18,71 \pm 0,10^d$
a^*	$0,62 \pm 0,07^a$	$-0,03 \pm 0,01^b$	$-0,54 \pm 0,02^c$	$-1,39 \pm 0,09^d$
b^*	$6,16 \pm 0,05^d$	$14,76 \pm 0,09^b$	$11,32 \pm 0,07^c$	$15,23 \pm 0,04^a$
C^*	$6,19 \pm 0,04^d$	$14,76 \pm 0,09^b$	$11,34 \pm 0,07^c$	$15,29 \pm 0,05^a$
h°	$84,28 \pm 0,69^d$	$90,10 \pm 0,04^c$	$92,73 \pm 0,08^b$	$95,23 \pm 0,34^a$
ΔE	-	$30,53 \pm 0,15^c$	$65,30 \pm 0,20^b$	$66,60 \pm 0,02^a$

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança.

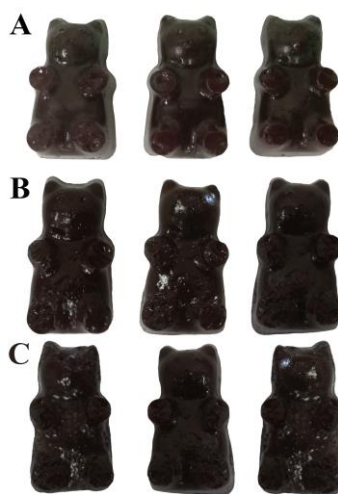
L^* = luminosidade; a^* e b^* = parâmetros cromáticos ($+a^*$ = vermelho e $-a^*$ = verde; $+b^*$ = amarelo e $-b^*$ = azul); C^* = Chroma; h = ângulo Hue e ΔE = Variação total de cor.

As balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 obtiveram maiores valores ($p < 0,05$) para os parâmetros b^* e croma (C^*), em relação à amostra controle. Esses resultados eram esperados, considerando que as balas enriquecidas com biomassa microalgal apresentaram cor verde intensa (Figura 3). Este efeito provavelmente indica que diferentes pigmentos como ficocianina, carotenoides e clorofila, permanecem

estáveis após o processo de produção deste produto. Figueira et al. (2011) reportaram valor de 14,41 e 16, 56 para os parâmetros de b^* e croma (C^*), respectivamente, em amostras de pão sem glúten enriquecidas com 2 % de biomassa de *Spirulina*.

Além disso, após o enriquecimento com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 obteve-se um aumento no ângulo hue (h°), situando as amostras entre o quadrante de tons verdes ($130^\circ > h > 90^\circ$). Esse resultado era esperado devido à presença de diversos pigmentos na biomassa de *Spirulina*, os quais conferem coloração verde a esta microalga (PRASANNA; MADHULIKA; KOLLI, 1997; RAVINDRAN et al., 2016) . As balas de goma enriquecidas com *Spirulina* sp. LEB 18 apresentam diferenças significativas na variação total da cor (ΔE), com resultados variando de 30,53 a 66,60. Segundo Castellar, Obón e Fernández-López (2006) valores acima de 5 para o parâmetro ΔE indicam que as amostras pertencem a diferentes grupos de cores.

Figura 3 – Balas de goma elaboradas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nas concentrações de 1% (A), 3% (B) e 5% (C)



Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras foram observadas para todos os parâmetros de cor (L^* , a^* , b^* , C^* e h°), demonstrando que a polpa de açaí liofilizada afetou de maneira significativa a coloração das balas de goma (Tabela 8). O enriquecimento com açaí resultou em redução do parâmetro (L^*), indicando a diminuição da luminosidade das amostras, além disso, as balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada apresentam coloração vermelha (Figura 4), ocasionando incrementos nos valores dos parâmetros de a^* e C^* . Esses resultados eram esperados devido à presença de pigmentos do grupo flavonoides, como polifenóis e antocianinas, que conferem a cor característica deste fruto. De acordo com Tonon, Brabet e Hubinger (2010) esses pigmentos apresentam uma

ampla gama de cores que variam entre laranja, vermelho, violeta e azul, exibindo grande potencial como corantes naturais.

Figura 4 – Balas de goma elaboradas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1% (A), 3% (B) e 5% (C)

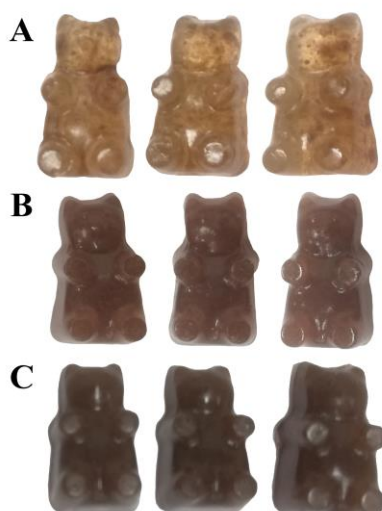


Tabela 8 - Parâmetros da cor para as balas de goma controle (BC) e enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)

Parâmetro	BC	BAC1	BAC3	BAC5
L*	84,65 ± 0,10 ^a	57,44 ± 0,09 ^b	30,53 ± 0,09 ^c	19,94 ± 0,09 ^d
a*	0,65 ± 0,07 ^c	19,45 ± 0,09 ^b	19,44 ± 0,10 ^b	28,62 ± 0,14 ^a
b*	6,16 ± 0,05 ^d	17,71 ± 0,04 ^a	12,53 ± 0,04 ^b	6,62 ± 0,07 ^c
C*	6,19 ± 0,04 ^d	26,30 ± 0,06 ^b	23,12 ± 0,09 ^c	29,37 ± 0,15 ^a
h°	84,28 ± 0,69 ^a	42,33 ± 0,26 ^b	38,08 ± 0,12 ^c	13,02 ± 0,12 ^d
ΔE	-	35,05 ± 0,17 ^c	58,07 ± 0,05 ^b	70,51 ± 0,08 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança.

L* = luminosidade; a* e b* = parâmetros cromáticos (+a* = vermelho e -a* = verde; +b* = amarelo e -b* = azul); C* = Chroma; h = ângulo Hue e ΔE = Variação total de cor.

O parâmetro b* diminui após o enriquecimento das balas de goma com polpa de açaí liofilizada. Silva et al. (2016a) observaram valor de 7,73 para o parâmetro b* em balas mastigáveis enriquecidas com polpa de açaí liofilizada, enquanto Prazeres et al. (2017) reportaram valor de 9,66 em barras de cereais adicionadas com polpa de açaí. O valor de 17,71 apresentado pela amostra BAC1 pode estar relacionado à menor uniformidade observada na bala de goma (Figura 4a). A dificuldade na homogeneização da polpa de açaí

lioofilizada ocasionou partículas em dispersão na amostra, as quais podem ter interferido na leitura deste parâmetro.

O ângulo de hue (h°) das balas de goma diminui conforme o aumento da concentração da polpa de açaí liofilizada adicionada, situando as amostras no quadrante de tons vermelhos ($0^\circ < h < 30^\circ$), mostrando concordância com a coloração deste fruto. Além disso, a variação total de cor (ΔE) foi considerada elevada, demonstrando que as diferenças de cor entre amostras são facilmente detectadas pela visão humana normal (CASTELLAR; OBÓN; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2006). Assim, *Spirulina* e açaí podem ser utilizados como potenciais ingredientes naturais para a substituição de corantes alimentares e contribuir para melhorar a cor das balas de goma.

3.6 ANÁLISE DA TEXTURA

A influência exercida pela adição de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nos parâmetros de textura das balas de goma pode ser observada na Tabela 9. Em geral, os parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pela adição da biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18. As três formulações de balas de goma enriquecidas com biomassa microalgal apresentaram valores de dureza superiores quando comparadas à amostra controle. No entanto, com o aumento da concentração da biomassa de *Spirulina* adicionada foi possível observar diminuição deste parâmetro. Este efeito pode estar relacionado à dificuldade de solubilização da microalga na matriz de gelatina. Segundo Palinska e Krumbein (2000), *Spirulina* é um micro-organismo procariótico composto por membranas celulares, semelhantes às bactérias Gram-negativas, apresentando membrana externa, periplasmática e interna. A membrana externa regula a quantidade e o tipo de substância que entra na célula, a qual é composta por glicerofosfolípídio, uma molécula com região hidrofílica e outra hidrofóbica. Devido a esta característica, é possível que o conteúdo lipídico presente na membrana celular da *Spirulina* afete sua capacidade de dissolução.

Diante disso, o aumento nas concentrações de enriquecimento da microalga *Spirulina* pode influenciar a formação do gel, ao diminuir as ligações entre as moléculas de gelatina presentes nas balas de goma, resultando na formação de uma estrutura mais heterogênea e menos ordenada na rede típica dos géis, suavizando a textura do produto (HANI; ROMLI; AHMAD, 2015).

Tabela 9 - Perfil de textura das balas de goma controle (BC) e enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)

Parâmetro	BC	BSP1	BSP3	BSP5
Dureza (N)	10,74 ± 0,02 ^d	18,27 ± 0,02 ^a	16,74 ± 0,02 ^b	15,91 ± 0,02 ^c
Adesividade	-0,43 ± 0,01 ^b	-0,21 ± <0,01 ^a	-0,43 ± 0,02 ^b	-0,24 ± 0,01 ^a
Elasticidade	0,98 ± 0,01 ^a	0,98 ± <0,01 ^a	0,98 ± <0,01 ^a	0,99 ± <0,01 ^a
Coesividade	0,99 ± < 0,01 ^a	0,98 ± <0,01 ^b	0,97 ± <0,01 ^{b, c}	0,96 ± <0,01 ^c
Gomosidade	10,61 ± 0,03 ^d	17,82 ± 0,10 ^a	16,19 ± 0,05 ^b	15,30 ± 0,08 ^c
Mastigabilidade	10,31 ± 0,27 ^d	17,34 ± 0,05 ^a	15,89 ± 0,06 ^b	15,03 ± 0,09 ^c
Resiliência	0,95 ± < 0,01 ^a	0,83 ± <0,01 ^b	0,85 ± <0,01 ^b	0,73 ± <0,01 ^c

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança.

Os valores obtidos para os parâmetros de mastigabilidade e gomosidade das balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 também foram superiores aos verificados na amostra controle, e apresentaram redução com o aumento da concentração de biomassa adicionada. Segundo Chandra e Shamasundar (2015), a mastigabilidade e a gomosidade são medidas como o tempo e a força necessária para desintegrar um alimento sólido ou semi-sólido ao ponto ideal para deglutição e, geralmente apresentam tendência similar ao parâmetro da dureza. Resultados similares foram reportados por Amjadi et al. (2018) para balas de goma enriquecidas com betaina. Os autores observaram diminuição dos parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade com o incremento da concentração de betaina adicionada às balas de goma.

O parâmetro de elasticidade das balas de goma não apresentou diferença significativa após o enriquecimento com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 ($p > 0,05$), enquanto o parâmetro de resiliência diminuiu significativamente ($p < 0,05$), indicando o impacto da concentração de microalga na capacidade de recuperação à deformação das balas de goma. Os valores obtidos para o parâmetro de adesividade não mostraram tendência relacionada ao enriquecimento. Segundo Shafiur Rahman e Al-Mahrouqi (2009), essa característica é difícil de medir com precisão, pois alguns materiais tendem a se aderir à sonda, fazendo que o peso da amostra interfira no valor da adesividade medida pelo equipamento.

Tabela 10 - Perfil de textura das balas de goma controle (BC) e enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)

Parâmetro	BC	BAC1	BAC3	BAC5
Dureza (N)	10,74 ± 0,02 ^d	10,88 ± 0,02 ^c	13,70 ± 0,01 ^b	18,96 ± 0,02 ^a
Adesividade	-0,43 ± 0,01 ^b	-0,58 ± <0,01 ^c	-0,21 ± <0,01 ^a	-0,81 ± <0,01 ^d
Elasticidade	0,98 ± 0,01 ^a	0,98 ± <0,01 ^a	0,99 ± <0,01 ^a	0,97 ± <0,01 ^a
Coesividade	0,99 ± <0,01 ^a	0,97 ± <0,01 ^b	0,97 ± 0,01 ^b	0,95 ± <0,01 ^c
Gomosidade	10,61 ± 0,03 ^c	10,50 ± 0,04 ^d	13,31 ± 0,01 ^b	18,11 ± 0,05 ^a
Mastigabilidade	10,31 ± 0,27 ^c	10,29 ± 0,03 ^c	13,12 ± 0,04 ^b	17,45 ± 0,21 ^a
Resiliência	0,95 ± <0,01 ^a	0,92 ± 0,02 ^b	0,84 ± 0,03 ^c	0,78 ± <0,01 ^d

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança.

Os resultados do perfil de textura (TPA) das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada são mostrados na Tabela 10. Em geral, os parâmetros de dureza, gomosidade e mastigabilidade apresentaram diferenças significativas após o enriquecimento ($p < 0,05$). O parâmetro de dureza das balas de goma aumentou proporcionalmente à concentração de enriquecimento com a polpa de açaí liofilizada. Segundo Ergun, Lietha e Hartel (2010), incrementos no teor do material seco, reduzem o conteúdo de água na formulação e, portanto, a umidade do produto. Este fenômeno diminui a mobilidade das moléculas presentes nas balas de goma, modificando suas propriedades de textura e aumentando sua dureza. Hani, Romli e Ahmad (2015) relataram a influência da água na formação das ligações de hidrogênio, as quais promovem o desenvolvimento das cadeias estruturais da rede de gelatina. Os autores enriqueceram balas de goma com pitaya vermelha e sugeriram que a água atua como agente plastificante neste tipo de produto, fortificando a união das moléculas conforme seu conteúdo diminui.

Os parâmetros de mastigabilidade e gomosidade estão relacionadas à dureza, verificando-se regularmente comportamento semelhante entre eles (CHANDRA; SHAMASUNDAR, 2015). Neste estudo, os valores de mastigabilidade aumentaram proporcionalmente com o incremento da concentração de polpa de açaí liofilizada adicionada, enquanto os valores de gomosidade apresentaram incrementos para as amostras BAC3 e BAC5. A bala de goma enriquecida com 1% de polpa de açaí liofilizada (BAC1) apresentou resultado de gomosidade estatisticamente menor ($p < 0,05$) que a bala de goma controle. Segundo Cook (2006) os hidrocolóides de tipo gel, como as balas de goma, são uma matriz alimentar complexa, devido à ampla gama de fatores que influenciam sua consistência, a qual

pode ser modificada pela concentração de co-solutos na formulação. Sendo assim, é possível que as partículas em suspensão observadas na amostra BAC1, após a adição de polpa de açaí liofilizada, influenciaram a propriedade mecânica de gomosidade.

A capacidade de recuperação das balas de goma frente à deformação (parâmetro de resiliência) diminuiu com a adição de polpa de açaí liofilizada ($p < 0,05$), enquanto o parâmetro de elasticidade não apresentou diferença significativa após o enriquecimento ($p > 0,05$). Da mesma forma Marfil, Anhê e Telis (2012) observaram que o parâmetro de elasticidade não é afetado em formulações de balas de goma à base de gelatina e polióis.

3.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A totalidade das formulações de balas de goma desenvolvidas foram avaliadas quanto a presença de coliformes a 45 °C, segundo exigência da Resolução RDC nº 12 publicada em 02 de janeiro de 2001. Esta resolução estabelece valor máximo de 10 NMP g⁻¹ como parâmetro de controle microbiológico para balas e confeitos (BRASIL, 2001). Os resultados obtidos da avaliação microbiológica (< 3 NMP g⁻¹) mostraram que as balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada cumprem as exigências de inocuidade estipuladas e, portanto, são aptas para o consumo.

3.8 ANÁLISE SENSORIAL

As médias das notas dos atributos sensoriais das balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 são apresentadas na Tabela 11. As avaliações estatísticas mostraram que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras para os atributos de cor, textura, aroma e sabor.

Em geral, as balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 receberam notas entre 6 e 7 (gostei pouco / gostei moderadamente) para os atributos avaliados. A adição de diferentes concentrações de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 não exerceu influência significativa ($p > 0,05$) nas características de produto, uma vez que os julgadores não percebem diferença entre as formulações, demonstrando a viabilidade do emprego desta microalga como ingrediente alternativo no desenvolvimento de balas de goma.

Tabela 11 - Análise sensorial das balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 nas concentrações de 1 % (BSP1), 3 % (BSP3) e 5 % (BSP5)

Atributo	BSP1	BSP3	BSP5
Cor	7,15 ± 1,73 ^a	7,20 ± 1,59 ^a	7,29 ± 1,63 ^a
Aroma	6,09 ± 1,91 ^a	5,69 ± 1,95 ^a	5,83 ± 2,08 ^a
Sabor	7,17 ± 1,02 ^a	7,08 ± 1,00 ^a	6,88 ± 1,40 ^a
Textura	7,58 ± 1,21 ^a	7,53 ± 1,05 ^a	7,50 ± 1,21 ^a
Avaliação global	7,22 ± 1,03 ^a	7,19 ± 1,04 ^a	7,09 ± 1,24 ^a
Intenção de compra	3,41 ± 1,05 ^a	3,38 ± 0,9 ^a	3,34 ± 1,02 ^a

Média ± desvio padrão (n= 100). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança.

Os resultados obtidos para as balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada (Tabela 12) mostram diferenças significativas ($p < 0,05$) para os atributos de cor, sabor e avaliação global, enquanto que os parâmetros de textura e aroma não apresentaram diferença significativa entre as amostras ($p > 0,05$). As notas médias obtidas pelas balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada situaram-se entre 7 e 8 (gostei moderadamente/ gostei muito) para os atributos sensoriais avaliados.

Tabela 12 – Análise sensorial das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada nas concentrações de 1 % (BAC1), 3 % (BAC3) e 5 % (BAC5)

Atributo	BAC1	BAC3	BAC5
Cor	7,07 ± 0,80 ^b	8,18 ± 0,73 ^a	8,23 ± 0,88 ^a
Aroma	5,60 ± 1,90 ^a	5,89 ± 1,86 ^a	5,80 ± 1,80 ^a
Sabor	7,21 ± 0,78 ^b	7,79 ± 0,90 ^a	7,62 ± 0,83 ^a
Textura	7,50 ± 0,87 ^a	7,55 ± 0,93 ^a	7,52 ± 0,85 ^a
Avaliação global	7,32 ± 0,71 ^{a, b}	7,55 ± 0,83 ^a	7,28 ± 0,97 ^b
Intenção de compra	3,51 ± 1,05 ^a	3,72 ± 0,9 ^a	3,69 ± 1,02 ^a

Média ± desvio padrão (n= 100). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança.

Em geral, maiores concentrações de polpa de açaí liofilizada obtiveram melhores avaliações para o parâmetro da cor que passou de nota 7,07 na amostra BAC1 a 8,18 na amostra BAC3. A cor é o fator de maior impacto nos produtos de confeitaria e representa o primeiro contato com os potenciais consumidores. Este atributo está relacionado ao interesse

visual e a expectativa de sabor do produto (HUBBERMANN, 2016). Silva et al. (2016a) reportaram o potencial do açaí como pigmento natural na fabricação de doces.

O atributo aroma apresentou notas mais baixas para as três formulações tanto com *Spirulina* sp. LEB 18 quanto com polpa de açaí liofilizada. No presente estudo, não foram adicionados agentes aromatizantes às formulações, visando o desenvolvimento de produtos com a menor quantidade de aditivos. No entanto, de acordo com os resultados obtidos, o uso de aroma faz-se necessário para obter um produto com melhores características sensoriais. Segundo Valentin, Chrea e Nguyen (2006), a sensação dos componentes dos alimentos é determinada em 80 % pelo olfato e em 20 % pelo paladar e pela língua. Os autores reportaram o aroma como o principal responsável pela caracterização do sabor do produto ao ser ingerido e destacam sua influência na aceitabilidade do mesmo.

Além disso, os resultados do teste de intenção de compra são considerados satisfatórios para as três formulações de cada grupo (Tabela 11 e Tabela 12), estando classificadas entre talvez compraria e provavelmente compraria. O índice de aceitação (IA) das amostras BSP1, BSP3 e BSP5 obteve valores de 80,2 %, 79,8 % e 78,7 % respectivamente, enquanto as amostras BAC1, BAC3 e BAC5 apresentaram 81,3 %, 83,8 % e 80,8 %, respectivamente. Segundo Arruda et al. (2016), a aceitabilidade sensorial de um produto pode ser determinada com o teste de intenção de compra (IA), o qual estima 70 % como valor mínimo para considerar um produto como aceito.

4 CONCLUSÃO

A microalga *Spirulina* sp. LEB 18 e a polpa de açaí liofilizada demonstraram grande potencial para o enriquecimento de balas de goma. As balas de goma enriquecidas com 5 % de biomassa de *Spirulina* e as adicionadas com 3 % de polpa de açaí liofilizada foram consideradas as formulações mais promissoras. As balas de goma enriquecidas com 5 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 apresentaram aumento no teor proteico em 36 %, conteúdo de compostos fenólicos de 0,081 mg GAE g⁻¹ e 11,5 % de inibição para o radical DPPH. O enriquecimento com 3 % de polpa de açaí liofilizada resultou em balas de goma com 1,4 % de lipídios, 0,190 mg GAE g⁻¹ de compostos fenólicos e 27,0 % de inibição do radical DPPH. A avaliação sensorial indicou índice de aceitabilidade de 78,7 % para a formulação adicionada com 5 % de *Spirulina* sp. LEB 18 e de 83,8 % para a bala de goma adicionada com 3 % de polpa de açaí liofilizada. Sendo assim, a biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e a polpa de açaí liofilizada apresentam-se como ingredientes naturais alternativos para a formulação de balas de goma mais nutritivas e saudáveis.

REFERÊNCIAS

- AMJADI, S.; GHORBANIC, M.; HAMISHEHKARD, H.; ROUFEGARINEJAD, L. Improvement in the stability of betanin by liposomal nanocarriers: Its application in gummy candy as a food model. **Food Chemistry**, v. 256, p. 156–162, 2018.
- AOAC - THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 17. ed. Virginia: AOAC International, 2000.
- ARRUDA, H. S.; BOTREL, D.A.; FERNANDES, R.V.; ALMEIDA, M. E. Development and sensory evaluation of products containing the Brazilian Savannah fruits araticum (*Annona crassiflora* Mart.) and cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, p. 1-7, 2016.
- BATISTA, A. P.; NICCOLAI, A.; FRADINHO, P.; FRAGOSO, S.; BURSIC, I.; RODOLFI, L.; BIONDI, N.; TREDICI, M.R.; SOUSA, I.; RAYMUNDO, A. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. **Algal Research**, v. 26, p. 161–171, 2017.
- BENNETT, A.; BOGORAD, L. Complementary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. **The Journal of Cell Biology**, v. 58, n. 2, p. 419-435, 1973.
- BONOMO, L. F.; SILVA, D. N.; BOASQUIVIS, P. F.; PAIVA, F. A.; GUERRA, J. F.; MARTINS, T. F.; TORRES, A. G.; RAPOSO, I. T.; CANESCHI, W. L.; GROSSIN, P. J. ; TESSIER, F. J.; BOULANGER, E.; SILVA, M. E.; PEDROSA, M. L. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. **PLoS ONE**, v. 9, n3, p. 1- 15, 2014.
- BRASIL. **Lista de Novos Ingredientes Aprovados**. [S.l]: 2005a. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/novosalimentos> Acesso em: 8 set. 2018 17:45:00
- BRASIL. Resolução no 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 jan. 2001.
- BRASIL. Resolução no 18, de 24 de março de 2008. Aprova o Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 mar. 2008.
- BRASIL. Resolução no 265, de 22 de setembro de 2005b. Aprova o Regulamento Técnico Para Balas, Bombons E Gomas. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 set. 2005.
- BRASIL. Resolução no 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre porções de alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2003
- BRASIL. Resolução no 387, de 05 de agosto de 1999. Aprova o Regulamento Técnico sobre o uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo suas Funções e seus Limites Máximos para a

Categoria de Alimentos 5: Balas, Confeitos, Bombons, Chocolates e Similares. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 ago. 1999.

BRASIL. Resolução no 45, de 03 de novembro de 2010. Aprova o Regulamento Técnico sobre Aditivos Alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 nov. 2010.

BUREY, P.; BHANDARI, B. R.; RUTGERS, R. P. G.; HALLEY, P. J.; TORLEY, P. J. Confectionery Gels: A Review on Formulation, Rheological and Structural Aspects. **International Journal of Food Properties**, v.12, p. 176-210, 2009.

CAMPOS, D. C.; NEVES, L. T.; FLACH, A.; COSTA, L. A.; DE SOUSA, B. O. Post-acidification and evaluation of anthocyanins stability and antioxidant activity in açai fermented milk and yogurts (*Euterpe oleracea* Mart.). **Fruticultura Brasileira**, v. 39, n.4, p. 1–7, 2017.

CAPPA, C.; LAVELLI, V.; MARIOTTI, M. Fruit candies enriched with grape skin powders: physicochemical properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 569–575, 2015.

CASTELLAR, M.; OBÓN, J.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from *Opuntia stricta* fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 1, p. 122–128, 2006.

CARVALHO, L. F.; MOREIRA, J. B; OLIVEIRA, M.S.; COSTA, J. A. V.. Novel Food Supplements Formulated With *Spirulina* To Meet Athletes' Needs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 61, , p. 1–11, 2018.

CAVALHEIRO, P. L.; MACHADO, A. R.; RIBEIRO, A. C.; BADIALE-FURLONG, E.; SOUZA-SOARES, L. Avaliação da capacidade antioxidante de diferentes extratos de microalga *Spirulina* sp. LEB 18. 53 °Congresso Brasileiro de Química. Rio de Janeiro/RJ. 2013.

CHANDRA, M. V.; SHAMASUNDAR, B. A. Texture Profile Analysis and Functional Properties of Gelatin from the Skin of Three Species of Fresh Water Fish. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n. 3, p. 572–584, 2015.

COOK, D. Hydrocolloid-sweetener interactions in food products. In: Spinalle, W.J. (Eds.). **Optimising Sweet Taste in Foods**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. p.388-401.

COSTA MORAES, C.; MEDEIROS BURKERT, J. F.; COSTA, J.A.V.; KALIL, S. J. Extração de ficocianina a partir de diferentes biomassas de *Spirulina* sp. **Revista brasileira de agrociencia**, v. 13, n 4, p. 529–532, 2007.

COSTA, A. G. V. GARCIA-DIAZ, D. F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P.I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n.2, p. 539–549, 2013.

DAS, A.; SEN, C. K. Nutritional Supplements and Functional Foods: Functional Significance

and Global Regulations. In Bagchi, D. (Eds.). **Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World**. 2.ed. San Diego: Elsevier, 2014. p. 13-39

DE MARCO, E. R.; STEFFOLANI, M. E.; MARTINEZ, 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, n. 1, p. 102-108, 2014.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n.3, p. 350–356, 1956.

EDWARDS, W. P. Caramels, fondants and jellies as centres and fillings. In: G. TALBOT. **Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products**. [s.l.]: Woodhead Publishing, 2009. p. 123–151.

EDWARDS, W. P. Sweets and candies, sugar confectionery. In: B. CABALLERO. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2 ed. [s.l.]: Academic Press, 2003. p. 5703–5710.

ERGUN, R.; LIETHA, R.; HARTEL, R. W. Moisture and shelf life in sugar confections. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n 2, p. 162–192, 2010.

ESPÍRITO SANTO, A. P.; SILVA, R. C.; SOARES, F. A. S. M.; ANJOS, D.; GIOIELLI, L. A.; OLIVEIRA, M. N. Açaí pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 20, n.6, p. 415–422, 2010.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Health and Wellness in Brazil. [S.l.]: 2019b. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/health-and-wellness-in-brazil/report> Acesso em: 17 jan. 2020 16:20:00.

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological Analytical Manual: Chapter 4-Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria**. [S.l.]: 2002b. Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>. Acesso em: 14 de sep. 2018, 10:40:00

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **GRAS Notification for *Spirulina* microalgae**. [S.l.]: 2002a. Disponível em: <http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/NoticeInventory/UCM265861>. Acesso em: 14 de sep. 2018, 10:20:00

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FOLIN, O.; CIOCALTEU, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 73, n. 2, 1927.

- FREITAS, B. C. B.; MORAES, L.; YAMAGUCHI, S. K. F.; KUNTZLER, S. G.; MORAIS, M. G.; COSTA, J. A. V. Avaliação microbiológica e nutricional de polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) do arquipélago do Bailique-AP. In: XII Congresso Iberoamericano de Engenharia Alimentar, 2019, Faro. Challenging Food Engineering as a driver towards sustainable food processing, 2019b.
- GARCIA, T.; PENTEADO, M. D. V. C. Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.4, p. 743–749, 2005.
- HANI, N. M.; ROMLI, S. R.; AHMAD, M. Influences of red pitaya fruit puree and gelling agents on the physico-mechanical properties and quality changes of gummy confections. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 2, p. 331–339, 2015.
- HOFFMANN, H. ZUCKERWAREN. In: HOFFMANN, H., MAUCH, W., UNTZE, W. (Eds.). **Zucker und Zuckerwaren**. Germany: Behr's, Hamburg, 2002, p. 81–192.
- HOSSEINI, S. M., KHOSRAVI, K., MOZAFARI, M. R. Nutritional and medical applications of *Spirulina* microalgae. **Mini Reviews in Medical Chemistry**, v. 13, p 1231–1237, 2013.
- HUBBERMANN, E. M. Coloring of low-moisture and gelatinized food products. In: R. CARLE; R. SCHWEIGGERT (Eds.). **Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages**. 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. p. 179-196.
- JIANG, L.; WANG, Y.; LIU, G.; LIU, H.; ZHU, F.; JI, H.; LI, B. C-*Phycocyanin* exerts anti-cancer effects via the MAPK signaling pathway in MDA-MB-231 cells. **Cancer Cell International**, v. 18, n.1, p. 12, 2018.
- KANG, J.; LI, Z.; WUB, T.; JENSEN, G. S.; SCHAUSS, A. G.; WU, X. Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from açaí pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v. 122, n.3, p. 610–617, 2010.
- KANG, J.; THAKALI, K. M. ; XIE,C.; KONDO, M.; TONG, Y.; OU, B.; JENSEN, G.; MEDINA, M. B.; SCHAUSS, A. G.; WU. X. Bioactivities of açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. **Food Chemistry**, v. 133, n.3, p. 671–677, 2012
- KANG, J; XIE,C.; LI, Z.; NAGARAJA, S.; WUB, T.; SCHAUSS, A. G.; WU. X. Flavonoids from acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. **Food Chemistry**, v. 128, n1, p. 152–157, 2011.
- KEPEKÇI, R. A.; Polat, S.; Çelik, A.; Bayat, N.; Saygideger, S. D. Protective effect of *Spirulina platensis* enriched in phenolic compounds against hepatotoxicity induced by CCl₄. **Food Chemistry**, v. 141, n 3, p. 1972–1979, 2013.
- KUMAR, N.; GOEL, N. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. **Biotechnology Reports**, v. 24, p.370- 385, 2019.
- KUMAR, V.; KUSHWAHAB, R.; GOYALC, A.; TANWARD, B.; KAURA, J. Process optimization for the preparation of antioxidant rich ginger candy using beetroot pomace extract. **Food Chemistry**, v. 245, p. 168–177, 2018.

KUNTZLER, S. G. **Nanofibras antimicrobianas para aplicação em alimentos**. 2017. Tese (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

LEE, S. Strategic Design of Delivery Systems for Nutraceuticals. **Nanotechnology Applications in Food**. [s.l.]: Elsevier, 2017. p. 65–86.

LOBO, V.; PATIL, A.; PHATAK, A.; CHANDRA, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. **Pharmacognosy Reviews**, v. 4, n° 8, p. 118, 2010.

LUCAS, B. F.; MORAIS, M.G.; SANTOS, T.D.; COSTA, J. A. V. *Spirulina* for snack enrichment: nutritional, physical and sensory evaluations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 270–276, 2018.

LUCAS, B. F.; ROSA, A. P.; CARVALHO, L. F.; MORAIS, M.G.; SANTOS, T. D.; COSTA, J. A. V. Snack bars enriched with *Spirulina* for schoolchildren nutrition. **Food Science and Technology**, v. 2061, p. 1–7, 2019.

LUCAS, B. F.; ZAMBIAZI, R. C.; COSTA, J. A. V. Biocompounds and physical properties of açai pulp dried by different methods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 98, p.335-340, 2018.

MAADANE, A.; MERGHOUB, N.; AINANE, T.; EL, H.; BENHIMA, R.; AMZAZI, S.; BAKRI, Y.; WAHBY, I. Antioxidant activity of some Moroccan marine microalgae : Pufa profiles , carotenoids and phenolic content. **Journal of Biotechnology**, v. 215, p. 13–19, 2015.

MARFIL, P. H. M.; ANHÊ, A. C. B. M.; TELIS, V. R. N. Texture and Microstructure of Gelatin/Corn Starch-Based Gummy Confections. **Food Biophysics**, v. 7, n.3, p. 236–243, 2012.

MCCANN, D.; COOPER, A.; CRUMPLER, D.; DALEN, L.; GRIMSHAW, K.; KITCHIN, E.; LOK, K.; PORTEUS, L.; PRINCE, E.; SONUGA-BARKE, E.; O WARNER, J.; STEVENSON, J. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. **Lancet**, v. 370, n.9598, p. 1560–1567, 2007.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MENEZES, E. M. D. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. Valor nutricional da polpa de açai (*Euterpe oleracea* Mart.) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n2, p. 311–316, 2008.

MORAIS, M. G.; REICHERT, C. C.; DALCANTON, F.; DURANTE, A. J.; MARINS, L. F.; COSTA, J. A. V. Isolation and characterization of a new *Arthrospira* strain. **Z. Naturforsch.** v. 63c, p. 144-150, 2008.

MORAIS, M. G.; VAZ, B. S.; MORAIS, E. G.; COSTA, J. A. V. Biologically Active Metabolites Synthesized by Microalgae. **BioMed Research International**, v. 2015. p. 1-15, 2015.

MOREIRA, J. B.; CARVALHO, L. F.; SANTOS, T. D.; OLIVEIRA, M. S.; COSTA, J. A. V.. Microalgal biotechnology for development of energy gel in sports. **International Food Research Journal**, v. 25, n5, p. 1942–1947, 2018.

MUTLU, C.; TONTUL, S. A.; ERBAŞ, M. Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. **LWT - Food Science and Technology**, v. 93, p. 499–505, 2018.

O'CONNOR, L.; IMAMURA, F.; GRIFFIN, S. J.; WAREHAM, N. J.; FOROUHI, N. G. Intakes and sources of dietary sugars and their association with metabolic and inflammatory markers. **Clinical Nutrition**, v. 37, n.4, p. 1313–1322, 2018.

OLIVEIRA, M.; SCHWARTZ, G. Açaí — *Euterpe oleracea*. **Exotic Fruits**, p. 1–5, 2018.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; HAWKEN, P.; TALCOTT, S. T. Juice matrix composition and ascorbic acid fortification effects on the phytochemical, antioxidant and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v. 105, n. 1, p. 28–35, 2007.

PALA, D.; BARBOSA, P. O.; SILVA, C. T.; SOUZA, M. O.; FREITAS, F. R.; VOLP, A.C.; MARANHÃO, R. C.; FREITAS, R. N. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) dietary intake affects plasma lipids, apolipoproteins, cholesteryl ester transfer to high-density lipoprotein and redox metabolism: A prospective study in women. **Clinical Nutrition**, v. 37, n.2, p. 618–623, 2018.

PALINSKA, K. A.; KRUMBEIN, W. E. Perforation patterns in the peptidoglycan wall of filamentous cyanobacteria. **Journal of Phycology**, v. 36, n. 1, p. 139–145, 2000.

PAZ, M.; Gúllon, P.; Barroso F. M.; Carvalho, A. P.; Domingues, V. F.; Gomes, A. M.; Becker, H.; Longhinotti, E.; Delerue-Matos, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462–468, 2015.

PEIXOTO, H.; ROXO, M.; KRSTIN, S.; WANG, X.; WINK, M. Anthocyanin-rich extract of Açai (*Euterpe precatoria* Mart.) mediates neuroprotective activities in *Caenorhabditis elegans*. **Journal of Functional Foods**, v. 26, p. 385–393, 2016.

PRASANNA M.; MADHULIKA S.; KOLLI B. The Photosynthetic Apparatus of *Spirulina*: Electron Transport and Energy Transfer. In: Vonshak, A. (Ed.). *Spirulina Platensis Arthrospira*. London: CRC Press, 1997, p.17-42.

PRATES, D. F.; RADMANN, E. M.; DUARTE J. H.; MORAIS M. G.; COSTA, J. A. V. *Spirulina* cultivated under different light emitting diodes: Enhanced cell growth and phycocyanin production. **Bioresource Technology**, v. 256, p. 38–43, 2018.

RAVINDRAN, B.; GUPTA, S. K.; CHO, W.; KIM, J. K.; LEE, S. R.; JEONG, K. LEE, D. J.; CHOI, H. Microalgae potential and multiple roles — Current progress and future prospects — An overview. **Sustainability**, v. 8, n.12, p. 1215, 2016.

REBOLEIRA, J.; FREITAS, R.; PINTEUS, S.; SILVA, J.; ALVES, C.; PEDROSA, R.; BERNARDINO, S. ***Spirulina***. In Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements. [s.l.]: Elsevier Inc., 2019. 409–413 p.

RIBEIRO, C. A.; BRETANHA, C. C.; GIACOBBO, G.; SOUZA, M. M.; FURLONG, E. B. Compostos fenólicos extraídos de fontes naturais aplicados como conservadores em massas de pizza. **Revista de Ciência e Inovação IF Farroupilha**, v. 1, n. 1, p. 129-138, 2016.

ROMUALDO, G. R.; FRAGOSO, M. F.; BORGUINI, R. G.; SANTIAGO, M. C. P. A.; FERNANDES, A. A. H.; BARBISAN, L. F. Protective effects of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart) fruit pulp against initiation step of colon carcinogenesis. **Food Research International**, v. 77, p. 432–440, 2015.

RUFINO, M. S. M., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., ARRANZ, S., ALVES, R. E., BRITO, E. S., OLIVEIRA, M. S. P., et al. (2011). Açai (*Euterpe oleraceae*) ‘BRS Pará’: A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**, 44, 2100–2106.

SADOWSKA-KRĘPA, E., KŁAPCÍŃSKA, B., PODGÓRSKI, T., SZADE, B., TYL, K., HADZIK, A. Effects of supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry-based juice blend on the blood antioxidant defence capacity and lipid profile in junior hurdlers. A pilot study. **Biology of Sport**, v. 32, n. 2, p.161–168, 2015.

SANTOS-SÁNCHEZ, F. N.; SALAS-CORONADO, R.; VILLANUEVA-CAÑONGO, C.; HERNÁNDEZ-CARLOS, B. Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. **Antioxidants**, 2019.v. i, p. 13.

SENTKO, A.; WILLIBALD-ETTLE, I. Isomalt. In: K. O'DONNELL, & M. W. KEARSLEY (Eds.). **Sweeteners and sugar alternatives in food technology**. 2.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. p. 242-274.

SHAFIUR RAHMAN, M.; AL-MAHROUQI, A. I. Instrumental texture profile analysis of gelatin gel extracted from grouper skin and commercial (bovine and porcine) gelatin gels. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n 7, p. 229–242, 2009.

SHARMA, M.; DWIVEDI, P.; SINGH- RAWAT, A.K.; DWIVEDI, A. K. Nutrition nutraceuticals: a proactive approach for healthcare. **Nutraceuticals**. [s.l.]: Elsevier, 2016. p. 79–116.

SILVA, L. B.; ANNETTA, F. E.; ALVES, A. B.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L.; SILVA, M. G.; EFRAIM, P. Effect of differently processed açai (*Euterpe oleracea* Mart.) on the retention of phenolics and anthocyanins in chewy candies. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 12, p. 2603–2612, 2016a.

SOUZA, M. M.; PRIETTO, L.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, T. D.; FURLONG, E. B. Assessment of the antifungal activity of *Spirulina platensis* phenolic extract against *Aspergillus flavus*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, 2011.

STICH, E. Food Color and Coloring Food: Quality, Differentiation and Regulatory Requirements in the European Union and the United States. In: R. CARLE; R.

SCHWEIGGERT (Eds.). **Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages**. 1.ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. p.3 27.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. **Food Research International**, v. 43, n. 3, p. 907–914, 2010.

VALENTIN, D.; CHREA, C.; NGUYEN, D. H. Taste-odour interactions in sweet taste perception. In: Spinalle, W.J. (Eds.). **Optimising Sweet Taste in Foods**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. p.66-81.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOLA, J.; CRONIN, M.T.D., MAZURA, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 39, n1, p. 44–84, 2007.

VAZ, B.; MOREIRA, J.; MORAIS, M.G.; COSTA, J.A.V. Microalgae as a new source of bioactive compounds in food supplements. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 73–77, 2016.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guideline: Sugars intake for adults and children**. Geneva, 2015. Disponível em: http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/ Acesso em: 12 de set. 2018, 16:20:00

WONG, D. Y. S.; MUSGRAVE, I. F.; HARVEY, B. S.; SMID, S. D. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry extract exerts neuroprotective effects against β -amyloid exposure in vitro. **Neuroscience Letters**, v. 556, p. 221–226, 2013.

WU, Q.; LIU, L.; MIRON, A.; KLÍMOVÁ, B.; WAN, D.; KUČA K. The antioxidant, immunomodulatory, and anti-inflammatory activities of *Spirulina*: an overview. **Archives of Toxicology**, v. 90, n8, p. 1817–1840, 2016.

XIE, C.; KANGA, J.; BURRIS, R.; FERGUSON, M. E.; SCHAUSS, A. G.; NAGARAJAN, S.; WU, X. Açai juice attenuates atherosclerosis in ApoE deficient mice through antioxidant and anti-inflammatory activities. **Atherosclerosis**, v. 216, n. 2, p. 327–333, 2011.

YAMAGUCHI, K. K. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon açai: chemistry and biological activities: A Review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137–151, 2015.

YAMAGUCHI, S. K. F.; MOREIRA, J. B.; COSTA, J. A. V.; SOUZA, K. C.; BERTOLI, S. L.; CARVALHO, L. F. Evaluation of adding *Spirulina* to freeze-dried yogurts before fermentation and after freeze-drying. **Industrial Biotechnology**, v. 15, n2, p. 89–94, 2019.

ZAID, A. A. A.; HAMMAD, D. M.; SHARAF, E. M. Antioxidant and Anticancer Activity of *Spirulina platensis* Water Extracts. **International Journal of Pharmacology**, [v. 11, n.7, p. 846–851, 2015.

ARTIGO 2:

**EFEITO SINÉRGICO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
EM MISTURAS ALIMENTARES: *Spirulina* sp. LEB 18 E AÇAÍ**

RESUMO

As propriedades e compostos complementares do açaí e de *Spirulina*, sugerem o potencial sinérgico do uso conjunto destes ingredientes no desenvolvimento de alimentos. Entre os confeitos, as balas de goma destacam-se pela versatilidade de cores e formatos, facilidade de enriquecimento e popularidade entre os consumidores. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver balas de goma sem adição de açúcar enriquecidas com misturas de açaí liofilizado e biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 no intuito de verificar o efeito sinérgico destas matrizes alimentares e avaliar seu impacto sobre as características nutricionais, sensoriais, físicas e funcionais do produto. Foram desenvolvidas três formulações F1 (3 % açaí e 1 % *Spirulina*), F2 (1 % açaí e 3 % *Spirulina*) e F3 (2 % açaí e 2 % *Spirulina*), além do respectivo controle (sem adição de *Spirulina* e açaí). Após o enriquecimento com estas duas matrizes alimentares, foi verificado efeito sinérgico na suplementação de compostos fenólicos livres e poder antioxidante das balas de goma. O enriquecimento com 1 % de açaí e 3 % *Spirulina* resultou em balas com uma composição de 10,4 % de proteínas, 1 % de lipídios e 0,8 % de cinzas. Além disso, foi verificada a presença de compostos fenólicos (0,195 mg GAE g⁻¹) e potencial antioxidante (43,5 % radical DPPH). A avaliação sensorial indicou índice de aceitação de 82,8 % para esta formulação, demonstrando ser uma alternativa viável para o enriquecimento de balas de goma. Concluiu-se que a biomassa de *Spirulina* e a polpa de açaí liofilizada apresentam efeito sinérgico quando utilizados em conjunto e podem ser uma alternativa inovadora para a fabricação de balas de gomas, aliada às exigências de produtos de confeitaria saudáveis e nutritivos.

Palavras-chave: Açaí. Avaliação sensorial. Compostos bioativos. Confeitos. Microalga.

1 INTRODUÇÃO

A indústria de confeitos vem sofrendo uma série de transformações a fim de oferecer produtos inovadores e competitivos. Uma vez que a inovação no setor de alimentos se orienta pelas tendências globais de consumo, a confeitaria mostra crescente interesse por alternativas saudáveis e nutritivas que forneçam compostos benéficos à saúde (TECHNAVIO, 2019).

As balas de goma são uma subcategoria de confeitos criado há 100 anos, à base de açúcar e gelatina, sendo muito apreciadas pelos consumidores por sua textura característica e a sua versatilidade de cores e aparência (BUREY et al., 2009; GARCIA; PENTEADO, 2005). Diversos estudos têm demonstrado o potencial das balas de goma no enriquecimento e adição de diferentes compostos (AMJADI et al., 2018; KUMAR et al., 2018; HANI; ROMLI; AHMAD, 2015; MARFIL; ANHÊ; TELIS, 2012), sendo consideradas uma excelente alternativa para o consumo de produtos funcionais e farmacêuticos; especialmente nos segmentos pediátrico e geriátrico (DILLE; HATTREM; DRAGET, 2018).

Spirulina é uma cianobactéria fotossintética designada pela FDA (*Food and Drug Administration*) como micro-organismo seguro para o consumo (*Generally Recognized As Safe*). Devido ao seu elevado poder nutricional, principalmente no conteúdo proteico e de aminoácidos essenciais, a biomassa de *Spirulina* tem sido utilizada no enriquecimento de diversos alimentos (BATISTA et al., 2017; LUCAS et al., 2018; LUCAS et al., 2019).

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é um fruto típico da região amazônica, destacado pelo elevado conteúdo de ácidos graxos e compostos bioativos presentes na sua polpa, os quais conferem-lhe importantes características antioxidantes, funcionais e terapêuticas (OLIVEIRA; SCHWARTZ, 2018). A polpa de açaí tem sido utilizada como ingrediente para o enriquecimento de iogurte (CAMPOS et al., 2017), barras de cereais (PRAZERES et al., 2017), néctar (FERNANDES et al., 2016) e balas mastigáveis (SILVA et al., 2016b).

Nesse contexto, a biomassa de *Spirulina* e a polpa de açaí liofilizada apresentam propriedades e compostos potencialmente complementares, com possível efeito sinérgico. A sinergia é definida como o resultado da combinação de dois ou mais compostos para produzir um efeito maior que os efeitos individuais (WANG et al., 2011). As características sinérgicas de matrizes alimentares têm sido associadas a aumentos na imunidade, diminuição de infecções e prevenção de doenças crônicas (NATARAJAN; RAMASAMY; PALANISAMY, 2019). No entanto, até o momento, os dados disponíveis na literatura, não reportam estudos da

inserção de forma conjunta da biomassa de *Spirulina* e da polpa do açaí no desenvolvimento de alimentos.

Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver balas de goma sem adição de açúcar enriquecidas com misturas de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada, no intuito de apresentar uma alternativa inovadora para a indústria de confeitos aliada às exigências do mercado global voltada a produtos saudáveis e nutritivos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATÉRIA-PRIMA

A biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 foi produzida na Planta Piloto localizada no município de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul, Brasil (33°30'13''S e 53°08'59''W). Após o cultivo, a biomassa microalgal foi coletada do meio líquido por filtração, seca em estufa, extrusada, moída em moinho de bolas e armazenada a -18 °C até a sua caracterização e utilização no desenvolvimento das balas de goma. Os demais ingredientes utilizados na formulação das balas, como a gelatina bovina, polpa de açaí liofilizada, ácido cítrico e os polióis (maltitol, eritritol e isomalte) foram adquiridos no comércio local.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

A composição proximal e a concentração de biocompostos da matéria-prima utilizada foi determinada no Artigo 1.

2.3 DESENVOLVIMENTO DAS BALAS DE GOMA

Quatro formulações de balas de goma (Tabela 1) foram desenvolvidas segundo o procedimento descrito por Marfil, Anhê e Telis (2012). Para isso, a gelatina foi dissolvida em banho-maria a 60 °C por 20 min, enquanto que os polióis foram misturados em água filtrada e aquecidos a uma temperatura de aproximadamente 130 °C, até atingir 80 - 85 % de sólidos solúveis (EDWARDS, 2003; GARCIA; PENTEADO, 2005). Depois, a gelatina previamente hidratada foi adicionada na mistura contendo os polióis e homogeneizada por 1-2 min. A calda resultante foi resfriada até 40 °C e posteriormente foi adicionada a biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18, a polpa de açaí liofilizada, o ácido cítrico e 1 mL de aroma açaí. Após, esta mistura foi gelificada em moldes de silicone à temperatura ambiente durante 24 h

(GARCIA; PENTEADO, 2005). As balas de goma finalizadas foram desenformadas, armazenadas em embalagens plásticas e seladas à vácuo até o momento das análises.

A concentração de *Spirulina* sp. LEB 18 adicionada nas formulações atendeu os requisitos da Resolução ANVS/MS n.º 16 que aprova o regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes e permite o consumo de 1,6 g d⁻¹ desta microalga (BRASIL, 1999, 2005a).

Tabela 1 - Formulações de balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada (% m m⁻¹)

Ingredientes	Controle	F1	F2	F3
Gelatina	10	10	10	10
Água	28	28	28	28
Açaí	-	3	1	2
<i>Spirulina</i>	-	1	3	2
Maltitol	33	33	33	33
Eritritol	14	12	12	12
Isomalte	14	12	12	12
Ácido cítrico	1	1	1	1

2.4 CARACTERIZAÇÃO DAS BALAS DE GOMA

2.4.1 Composição proximal

A composição proximal foi determinada segundo métodos descritos na AOAC (2000): proteínas (nº 981.10), método de nitrogênio total micro-Kjeldahl com fator de conversão de 6,25; lipídios (nº 960.39C) método de Soxhlet; e cinzas (nº 920.153) método gravimétrico em mufla. O teor de umidade foi determinado utilizando vácuo, a partir do processo de liofilização (Liobras, modelo L108, Brasil).

2.4.2 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos foram extraídos segundo o método descrito por Souza et al. (2011) com adaptações, no qual 5 g de amostra foram pesadas e diluídas em 20 mL de etanol 50 % (v v⁻¹) a 25 °C, seguido de períodos de homogeneização (10 min) e repouso (5 min) até completar 30 min. A mistura foi centrifugada (Hitachi, himac CR-GIII, Japão) a

3300 *g* por 10 min, e após o sobrenadante foi clarificado com hidróxido de bário ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e sulfato de zinco 5 % (m v^{-1}) e novamente centrifugado a 4770 *g* por 10 min. Logo em seguida, o sobrenadante foi coletado e filtrado em membrana de acetato de celulose ($0,45 \text{ }\mu\text{m}$). A quantificação de fenóis livres no sobrenadante foi determinada em espectrofotômetro (UVmini-1240, Shimadzu, Japão) a 760 nm e os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE) g^{-1} de amostra.

2.4.3 Atividade Antioxidante

De acordo com a literatura recomenda-se o uso de diferentes métodos químicos para determinar a atividade antioxidante, a fim de garantir respostas mais confiáveis. Portanto, a atividade antioxidante das balas de goma foi avaliada pelos mecanismos de captura do radical livre DPPH segundo Hani, Romli e Ahmad (2015) e do radical livre ABTS, conforme Miliauskas et al. (2004).

2.4.3.1 Captura do Radical Livre DPPH

A atividade antioxidante das balas de goma foi avaliada pelo mecanismo de captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), conforme Hani, Romli e Ahmad (2015) com adaptações. Neste procedimento, 5 g de amostra foram pesadas e diluídas em 10 mL de álcool metílico P.A. a 25 °C utilizando agitador magnético por 15 min. Depois, a mistura foi centrifugada (Hitachi, himac CR-GIII, Japão) a 4770 *g* por 15 min e o sobrenadante coletado. Logo, alíquotas de 0,1 mL do sobrenadante foram misturadas com 3,9 mL do radical e deixadas em repouso no escuro durante 30 min. Adicionalmente, foram preparados um branco (0,1 mL de amostra e 3,9 mL de álcool metílico) e um controle (0,1 mL de água destilada e 3,9 mL da solução DPPH). Após transcorrido o tempo, foi realizada leitura da absorbância em espectrofotômetro (UVmini-1240, Shimadzu, Japão) a 515 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição conforme Equação 1.

$$\text{Inibição} = \left[1 - \frac{\text{Abs}_{\text{amostra}} - \text{Abs}_{\text{branco}}}{\text{Abs}_{\text{controle}}} \right] \times 100 \quad (1)$$

2.4.3.2 Capacidade Antioxidante pelo mecanismo de ABTS

A atividade antioxidante das balas de goma pelo mecanismo de ABTS foi avaliada conforme Miliauskas et al. (2004) com adaptações. As amostras (5 g) foram pesadas

e diluídas em 10 mL de álcool etílico P. A. a 25 °C utilizando agitador magnético por 15 min. Após a etapa de homogeneização, a mistura foi centrifugada (Hitachi, himac CR-GIII, Japão) a 4770 *g* por 15 min e o sobrenadante coletado. Logo, 3 mL do radical ABTS+ (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)) foi adicionado às alíquotas de 30 µL dos extratos. Após 6 min de repouso no escuro, foi realizada a leitura da absorbância das amostras em espectrofotômetro (UVmini-1240, Shimadzu, Japão) a 734 nm. Também foram realizadas leituras do branco (30 µL de amostra e 3 mL de álcool etílico) e do controle (30 µL de água destilada e 3 mL do radical ABTS+). Os resultados da atividade antioxidante foram expressos em porcentagem de inibição de acordo com a Equação 1, descrita no item 2.4.3.1.

2.4.4 Análise da cor

Para a avaliação da cor, foi calculada a variação total de cor entre as amostras (ΔE) conforme a Equação 2, onde L^* , a^* e b^* indicam os parâmetros HunterLab, estes avaliados utilizando colorímetro (Konica Minolta, modelo Chroma meter CR-400, Japão) Também foram calculados Chroma (C^*) e ângulo hue (h°), segundo as Equações 3 e 4, respectivamente.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (2)$$

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (3)$$

$$h^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (4)$$

2.4.5 Análise da textura

A análise de perfil de textura (TPA) das balas de goma foi determinada em texturômetro (TA-XTplus Texture Analyzer, Stable micro systems, Reino Unido), utilizando probe cilíndrico de 35 mm com distância de 10 mm da amostra e velocidade de 1 mm s⁻¹. As compressões foram realizadas a 40 % com tempo de 2 s entre elas (MUTLU; TONTUL; ERBAŞ, 2018).

2.4.6 Análise microbiológica

As balas de goma foram avaliadas microbiologicamente de acordo com o método descrito no *Bacteriological Analytical Manual* (BAM) (FDA, 2002b). Conforme exigido pela

resolução RDC nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001) para balas de goma foi realizada a análise de coliformes a 45 °C.

2.4.7 Avaliação sensorial

As balas de goma foram avaliadas por 100 julgadores não treinados, nas instalações do Laboratório de Análise Sensorial e Controle de Qualidade (LASCQ) do campus carreiros da Universidade Federal do Rio Grande. Para tal, todos os julgadores que concordaram em participar assinaram o termo de consentimento antes da realização da avaliação (APÊNDICE 2). As amostras foram apresentadas aos julgadores em cabines individuais de forma monádica, randomizada e codificadas em sequência de três dígitos aleatórios, acompanhadas de água mineral e ficha de avaliação do produto (APÊNDICE 1).

As balas de goma foram submetidas à avaliação de aceitabilidade, utilizando escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo, 5=nem gostei/ nem desgostei, 9= gostei muitíssimo), indicando quanto os julgadores gostaram ou desgostaram da amostra em relação aos atributos de aroma, cor, textura, sabor e avaliação global. Além disso, foi realizado o teste de intenção de compra por meio de escala hedônica de 5 pontos (1= certamente não compraria, 3= provavelmente compraria, 5 = certamente compraria) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007). Por fim, o índice de aceitação (IA) foi calculado segundo a Equação 5, onde X representa a nota média obtida para a avaliação global do produto (ARRUDA et al., 2016).

$$IA(\%) = \left(\frac{X}{9} \right) \times 100 \quad (5)$$

A avaliação sensorial das balas de goma faz parte do projeto de pesquisa CVT's das Agrobiodiversidades Bailique - Rio Grande e foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande (Parecer nº 160/2019) (APÊNDICE 4).

2.4.8 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos foram avaliados por Análise de variância (ANOVA), seguida de teste de Tukey com nível de confiança de 95 %.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COMPOSIÇÃO PROXIMAL

A biomassa de *Spirulina* apresentou em média 58,2 % de proteína e 8,9 % de lipídios, enquanto para a polpa de açaí liofilizada estas frações representaram 11,9 % e 52,2 %, respectivamente. Após a adição destas matrizes alimentares foi observado incremento nutricional ($p < 0,05$) no teor de proteínas e lipídios em todas as formulações das balas de goma (Tabela 2). A formulação F2 (1 % polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*) apresentou o maior conteúdo proteico ($p < 0,05$), sendo o incremento de 18 %, seguido das formulações F3 (2 % polpa de açaí liofilizada e 2 % biomassa de *Spirulina*) e F1 (3 % polpa de açaí liofilizada e 1 % biomassa de *Spirulina*), as quais resultaram em aumentos de 16,7 % e 9,7 %, respectivamente, quando comparadas à formulação controle.

Os resultados verificados para o conteúdo proteico nas balas de goma elaboradas com as misturas destas matrizes alimentares foram significativamente superiores aos encontrados em balas disponíveis comercialmente e estão relacionados à incorporação da microalga *Spirulina* nas formulações. Lucas et al. (2019) também reportaram incremento no conteúdo proteico de barras de cereais enriquecidas com biomassa de *Spirulina*. Nesse estudo, os autores obtiveram aumentos de 11,7 % e 29,9 % para barras adicionadas com 2 % e 6 % de *Spirulina*, respectivamente, em relação a amostra controle (sem adição de microalga).

A adição de polpa de açaí liofilizada promoveu o enriquecimento do teor de lipídios nas balas de goma, fração essa ausente na formulação controle. De acordo com Burey et al. (2009), as balas de goma são compostas majoritariamente por açúcares e geralmente carecem de conteúdo lipídico em sua composição. Após o enriquecimento, o teor de lipídios nas balas de goma apresentou diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$), sendo obtido o maior valor para a formulação F1 (3 % polpa de açaí liofilizada e 1 % biomassa de *Spirulina*), seguido pelas formulações F3 (2 % polpa de açaí liofilizada e 2 % biomassa de *Spirulina*) e F2 (1 % polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*).

O enriquecimento de lipídios nas balas de goma está principalmente relacionado à adição de polpa de açaí, a qual possui esta macromolécula como constituinte majoritário. Segundo Bezerra et al. (2016) a polpa de açaí é uma fonte considerável de ácidos graxos essenciais, principalmente oleico e linoleico, os quais representam em média 63,9 % e 16 %, respectivamente, da fração lipídica presente. Esses ácidos graxos têm sido associados à redução do risco de cardiopatias, hipertensão e aterosclerose (PALA et al., 2018; SHANTAKUMARI et al., 2014). Além disso, estima-se que 2 % dos lipídios presentes na

microalga *Spirulina* representam ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), como linolênico (35 %), eicosapentaenóico (2,8 %) e docosahexanóico (7,7 %) (WAN; WU; KUČA, 2016).

Tabela 2 - Composição proximal das balas de goma controle (BC) e formulações F1, F2 e F3

Composição (g 100 g ⁻¹)	BC	F1	F2	F3
Proteínas	8,9 ± 0,3 ^c	9,7 ± 0,4 ^b	10,4 ± 0,2 ^a	10,3 ± 0,1 ^{a, b}
Lipídios	N. D.	1,6 ± <0,01 ^a	0,9 ± <0,01 ^c	1,3 ± <0,01 ^b
Cinzas	N. D.	0,6 ± <0,01 ^b	0,8 ± <0,01 ^a	0,7 ± <0,01 ^b
Carboidratos	91,1 ± 0,3 ^a	87,9 ± 0,3 ^b	87,7 ± 0,2 ^b	87,6 ± 0,1 ^b

Média ± desvio padrão (n= 3). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras (p < 0,05). Carboidratos foram determinados por diferença. Resultados em base seca. N.D.: não detectado

Incrementos na concentração de cinzas nas balas de goma demonstraram o aumento do teor de minerais no produto. O conteúdo de cinzas diferiu significativamente entre as amostras (p < 0,05), apresentando o maior teor na formulação F2 (1 % polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*) (0,8 %), seguido pelas formulações F3 (0,7 %) e F1 (0,6 %). Os incrementos de cinzas observados nas balas de gomas com as misturas de biomassa de *Spirulina* e polpa de açaí liofilizada foram maiores aos verificados nas balas de goma enriquecidas com estes componentes de forma individual (Artigo 1). Este aumento era esperado devido ao conteúdo de minerais presentes em ambas matrizes alimentares. Segundo Soni, Sudhakar e Rana (2017), a microalga *Spirulina* é fonte de ferro, cálcio, potássio, zinco e sódio, enquanto a polpa de açaí é rica em potássio, cálcio, magnésio e fósforo (MENEZES; TORRES; SRUR, 2008).

3.2 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas e devido a sua composição química possuem propriedades antioxidantes, sendo capazes de inibir ou reduzir a ação de radicais livres (HELENO et al., 2015). Ao comparar as formulações, foi possível verificar que houve diferença significativa entre as amostras (p < 0,05) quanto ao conteúdo de compostos fenólicos (Tabela 3).

Tabela 3 – Concentração de compostos fenólicos livres nas balas de goma enriquecidas com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada

Amostra	Compostos Fenólicos livres (mg GAE g ⁻¹)
F1	0,254 ± 0,007 ^a
F2	0,195 ± 0,009 ^c
F3	0,222 ± 0,012 ^b

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança entre as amostras.

A amostra F1 (3 % polpa de açaí liofilizada e 1 % biomassa de *Spirulina*) apresentou o maior teor de fenólicos livres (0,254 mg GAE g⁻¹), seguido das amostras F3 (2 % polpa de açaí liofilizada e 2 % biomassa de *Spirulina*) e F2 (1% polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*). A adição de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada mostrou efeito sinérgico quanto o incremento da concentração de compostos fenólicos nas balas de goma, pois foram verificados valores superiores aos observados quando o enriquecimento das balas com cada matéria-prima foi realizado de forma individual (Artigo 1). Interações sinérgicas são observadas quando o efeito produzido por uma combinação de substâncias é superior ao que se poderia esperar com base na contribuição individual de seus componentes (WAGNER; ULRICH-MERZENICH, 2009). De acordo com Maluf et al. (2018), o uso combinado de substâncias antioxidantes é mais eficaz devido ao efeito sinérgico produzido, assim, formulações contendo mais de um componente antioxidante são consideradas superiores na captura dos radicais livres, em relação a aquelas contendo só uma substância. Zafra-Stone et al. (2007) observaram que a combinação de mirtilo, arando, sabugueiro, framboesa e morango exibiam maior capacidade antioxidante quando comparada com os frutos individuais.

Diversos estudos reportaram as propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas dos compostos fenólicos presentes na polpa do açaí e na biomassa da microalga *Spirulina* (AL-QAHTANI; BINOBEAD, 2019; BARBOSA, et al., 2016; CHRIST-RIBEIRO et al., 2019; KANG et al., 2010). Neste sentido, estas atividades biológicas presentes nestas matérias-primas vêm sendo relacionadas à prevenção de doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer (KEPEKÇI et al., 2013; PALA et al., 2018), conferindo ao produto maior valor agregado e propriedades funcionais.

3.3 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante das balas de goma foi avaliada pelo método de DPPH e ABTS (Tabela 4). Após adição de *Spirulina* sp. LEB18 e polpa de açaí liofilizada foi possível verificar a capacidade de captura do correspondente radical, mecanismo este ausente na bala de goma controle.

Tabela 4 - Atividade antioxidante das balas de goma controle (BC) e formulações F1, F2 e F3

Amostra	DPPH* (% inibição)	ABTS** (% inibição)
BC	N. D.	N. D.
F1	52,6 ± 0,6 ^a	30,0 ± 0,3 ^b
F2	43,5 ± 0,5 ^b	24,0 ± 0,4 ^c
F3	52,9 ± 0,4 ^a	33,7 ± 0,5 ^a

Média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança entre as amostras. *DPPH = 2,2-difenil-1-picril-hidrazil **ABTS = 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico). N.D.: não detectado

As amostras F1 (3 % polpa de açaí liofilizada e 1 % biomassa de *Spirulina*) e F3 (2 % polpa de açaí liofilizada 2 % biomassa de *Spirulina*) não deferiram estatisticamente ($p > 0,05$) pelo mecanismo de DPPH e apresentaram valores de inibição de 52,6 % e 52,9 %, respectivamente. Com relação ao mecanismo do radical ABTS, foi observada diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações, apresentando a maior porcentagem de inibição (33,7 %) a formulação 3 (2 % polpa de açaí liofilizada e 2 % biomassa de *Spirulina*). Os valores de inibição obtidos por este mecanismo foram no geral menores quando comparados com a determinação de atividade antioxidante por DPPH. Segundo Santos-Sánchez et al. (2019), é essencial considerar que em misturas contendo diferentes compostos com propriedades antioxidantes, sua possível ação conjunta pode modificar seus mecanismos de reação, assim, as substâncias antioxidantes podem agir por diferentes mecanismos e em diversas etapas do estresse oxidativo. Portanto, as determinações de atividade antioxidante podem apresentar diferentes resultados de acordo com a especificidade de cada mecanismo.

Os valores de atividade antioxidante reportados por ambos mecanismos para as formulações das balas contendo as misturas são maiores que aqueles obtidos para as balas de goma adicionadas de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada de forma individual (Artigo 1). Diante disso, é possível verificar o efeito sinérgico na capacidade antioxidante dos diferentes compostos bioativos presentes e sua permanência após o processo

de fabricação das balas de goma. A biomassa de *Spirulina* é reconhecida pela presença de diversos compostos bioativos com propriedades antioxidantes como ficocianina, compostos fenólicos e carotenoides (RAVINDRAN et al., 2016). Além disso, estima-se que o açaí possui aproximadamente 90 compostos bioativos de elevado poder antioxidante, incluindo flavonoides, antocianinas, fenólicos e terpenos (YAMAGUCHI et al., 2015).

Segundo Bouayed e Bohn (2010), o consumo de suplementos e alimentos contendo significativa quantidade de compostos antioxidantes pode ajudar o corpo a reduzir os danos causados pelos radicais livres relacionados ao estresse oxidativo e ao envelhecimento, conferindo benefícios à saúde e na prevenção e redução de risco de diversas doenças neurodegenerativas.

3.4 COR

A cor é considerada a característica de maior impacto quando se trata de definir expectativas em relação ao provável sabor e aroma de novos produtos alimentícios, pois representa o primeiro contato do consumidor com o produto (SPENCE, 2015). A influência verificada pela adição de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada nos parâmetros de cor pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5 - Parâmetros da cor para as balas de goma controle (BC) e formulações F1, F2 e F3

Parâmetro	BC	F1	F2	F3
L*	84,65 ± 0,10 ^a	19,23 ± 0,15 ^b	18,09 ± 0,05 ^c	17,29 ± 0,03 ^d
a*	0,62 ± 0,07 ^d	7,53 ± 0,05 ^a	1,05 ± 0,06 ^c	2,49 ± 0,04 ^b
b*	6,16 ± 0,05 ^b	5,44 ± 0,04 ^c	1,49 ± 0,06 ^d	11,23 ± 0,04 ^a
C*	6,19 ± 0,04 ^c	9,28 ± 0,05 ^b	1,82 ± 0,09 ^d	11,50 ± 0,05 ^a
h°	84,28 ± 0,69 ^a	35,86 ± 0,27 ^d	54,70 ± 0,58 ^c	77,51 ± 0,17 ^b
ΔE	-	65,78 ± 0,24 ^c	66,73 ± 0,14 ^b	67,57 ± 0,10 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança entre as amostras. L* = luminosidade; a* e b* = parâmetros cromáticos (+a* = vermelho e -a* = verde; +b* = amarelo e -b* = azul); C* = Chroma; h = ângulo Hue e ΔE = Variação total de cor.

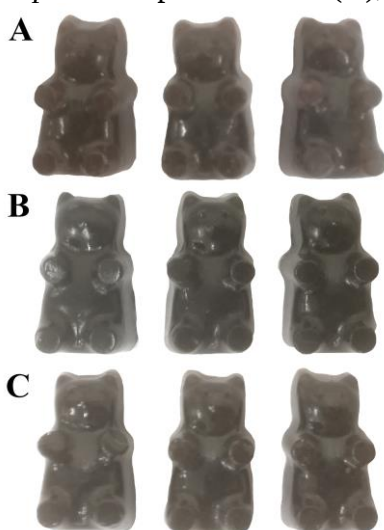
O enriquecimento das balas de goma com biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada resultou na redução significativa ($p < 0,05$) do parâmetro de luminosidade (L*), sendo observado o escurecimento do produto (Figura 1). Os valores de L* variaram entre 19,23 para F1 (3 % polpa de açaí liofilizada e 1 % biomassa de *Spirulina*) a

17,29 para a formulação F3 (2 % polpa liofilizada de açaí e 2 % biomassa de *Spirulina*), os quais foram inferiores à amostra controle (84,65).

Diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras foram verificadas para os parâmetros a^* , b^* e h° . O ângulo hue (h°) da formulação F1 apresentou resultados no primeiro quadrante ($35,86 \pm 0,27$) e suas coordenadas cromáticas se situaram entre vermelho ($+a^*$) e amarelo ($+b^*$). Sendo esperado este resultado devido a utilização de 3 % de polpa de açaí liofilizada na formulação. Segundo Tonon, Brabet e Hubinger (2010), a polpa de açaí tende a coloração vermelha devido aos pigmentos característicos do fruto, especialmente antocianinas.

O ensaio F2 apresentou o menor valor do parâmetro cromático b^* entre as amostras ($p < 0,05$), demonstrando a sua tendência as tonalidades azuis e verdes, possivelmente devido à maior concentração de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 adicionada nesta formulação (3 %). O valor de ângulo hue (h°) observado no ensaio F3 (2 % polpa de açaí liofilizada e 2 % biomassa de *Spirulina*) situou-se entre amarelo e laranja ($77,51 \pm 0,17$), além disso a baixa luminosidade da amostra (L^*), indicou sua tendência a tonalidade marrom. O marrom é uma cor composta produzida da mistura das três cores primárias (amarelo, vermelho e azul) ou pela combinação de laranja com preto, sendo então uma sombra do laranja (FAIRCHILD, 2005).

Figura 1 – Balas de goma elaboradas com as misturas de polpa de açaí liofilizada e de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 F1(A), F2 (B) e F3 (C)



Diferenças nos valores de ΔE foram obtidos entre as amostras provavelmente devido aos pigmentos presentes tanto na biomassa da microalga *Spirulina* sp. LEB 18 (clorofila, carotenoides e ficocianina) (REBOLEIRA et al., 2019), quanto na polpa de açaí

(antocianinas e polifenóis) (YAMAGUCHI et al., 2015), verificando-se o elevado potencial destas matrizes alimentares como fonte de pigmentos naturais para seu uso na indústria de alimentos.

3.5 TEXTURA

As balas de goma são caracterizadas por uma estrutura firme, macia e mastigável. Essa estrutura é possível devido a um complexo sistema coloidal, o qual é influenciado principalmente pelos agentes gelificantes empregados e os açúcares, sendo de elevada importância o estudo dos parâmetros da textura para este tipo de confeitos (COOK, 2006). Os resultados do perfil de textura das balas de goma são mostrados na Tabela 6.

O parâmetro de dureza diferiu estatisticamente entre as amostras ($p < 0,05$) e foi observado seu incremento após adição da microalga *Spirulina* sp. LEB 18 e da polpa de açaí liofilizada, quando comparado com a amostra controle. Segundo Ergun, Lietha e Hartel (2010), a umidade desempenha um papel crítico durante a fabricação de confeitos e influencia sua textura. Portanto, com o aumento do teor de sólidos na formulação a umidade diminui e a dureza aumenta, modificando também outras propriedades da textura. A dureza corresponde à força requerida para a compressão de um alimento entre a língua e o palato (CHANDRA; SHAMASUNDAR, 2015), sendo considerada a amostra F2 (1% polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*) a bala de goma mais dura entre as demais formulações.

Tabela 6 - Perfil de textura das balas de goma controle (BC) e formulações F1, F2 e F3

Parâmetro	BC	F1	F2	F3
Dureza (N)	10,74 ± 0,02 ^d	17,53 ± 0,03 ^b	17,83 ± 0,02 ^a	16,48 ± 0,09 ^c
Adesividade	-0,43 ± 0,02 ^a	-1,03 ± 0,01 ^c	-0,43 ± 0,02 ^a	-0,77 ± 0,03 ^b
Elasticidade	0,98 ± 0,01 ^a	0,97 ± 0,01 ^a	0,99 ± 0,01 ^a	0,97 ± 0,03 ^a
Coesividade	0,99 ± 0,01 ^a	0,96 ± 0,01 ^b	0,95 ± 0,01 ^c	0,96 ± 0,01 ^b
Gomosidade	10,62 ± 0,04 ^c	17,03 ± 0,04 ^a	16,88 ± 0,12 ^a	15,90 ± 0,08 ^b
Mastigabilidade	10,31 ± 0,27 ^c	16,49 ± 0,04 ^a	16,60 ± 0,12 ^a	15,70 ± 0,17 ^b
Resiliência	0,95 ± 0,01 ^a	0,76 ± 0,01 ^c	0,81 ± 0,01 ^b	0,75 ± 0,01 ^c

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança entre as amostras.

Gomosidade e mastigabilidade são parâmetros particularmente aplicáveis para descrever a textura de balas de goma (DEMARS; ZIEGLER, 2001). A mastigabilidade é definida como o tempo necessário para mastigar um produto até seu ponto ideal para a

deglutição, e a gomosidade é a força necessária para desintegrar o produto ao ponto ideal para deglutição (CHANDRA; SHAMASUNDAR, 2015). No presente estudo, os parâmetros de gomosidade e mastigabilidade apresentaram diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$). O enriquecimento com as matrizes alimentares estudadas produziu um aumento nos atributos de gomosidade e mastigabilidade quando comparados com o controle, apresentando os maiores valores destes atributos as amostras F1 (3 % polpa de açaí liofilizada e 1 % biomassa de *Spirulina*) e F2 (1 % polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*), respectivamente.

Após a adição de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada, as balas de goma apresentaram menor capacidade para se recuperar de sua deformação (resiliência), enquanto o parâmetro de elasticidade não apresentou diferença significativamente entre as amostras ($p > 0,05$). O parâmetro de adesividade mostrou resultados similares aos obtidos por Marfil, Anhê e Telis (2012). Os autores reportaram valores negativos deste atributo variando de -0,35 a -1,10 para balas de goma contendo polióis na sua formulação.

3.6 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A análise microbiológica apresentou resultado de $< 3 \text{ NMP g}^{-1}$ para bactérias coliformes a 45 °C nas três formulações estudadas. Dado que a legislação estabelece o valor máximo de 10 NMP g^{-1} como limite de controle microbiológico neste produto (BRASIL, 2001), foi considerado que as balas de goma desenvolvidas eram aptas para seu consumo e não apresentavam perigo à saúde.

3.7 ANÁLISE SENSORIAL

No desenvolvimento de produtos, a análise sensorial é uma ferramenta essencial para verificar a efetividade das formulações empregadas, mediante a avaliação das principais características (cor, sabor, textura, aroma) do produto e a identificação das preferências entre os potenciais consumidores, sendo vital para garantir sua aceitação no mercado (JACK, 2010).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7, de modo geral as balas de goma receberam nota 7 (gostei moderadamente) para os atributos avaliados, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações. Arruda et al. (2016) reportaram pontuação de 6 como o valor mínimo para que um produto seja considerado aceito quanto às suas características sensoriais, em estudos empregando escala hedônica de 9 pontos. Sendo

assim, as balas de goma desenvolvidas no presente estudo com misturas contendo biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada podem ser consideradas aceitas para os parâmetros sensoriais avaliados.

A textura foi o atributo sensorial que obteve maiores notas para as três formulações avaliadas. De acordo com Hubbermann (2016), as características únicas de textura das balas de goma, com propriedades elásticas e mastigáveis, são dos principais fatores para que atrai e agrada aos consumidores. Embora os resultados obtidos para os parâmetros avaliados na análise de perfil de textura (TPA) mostraram diferenças significativas entre as formulações, o atributo textura não foi influenciado durante a análise sensorial, sugerindo que os julgadores não percebem essas diferenças na consistência das balas de goma.

Tabela 7 - Avaliação sensorial das balas de goma F1, F2 e F3

Atributo	F1	F2	F3
Cor	7,06 ± 1,60 ^a	7,44 ± 1,46 ^a	7,37 ± 1,37 ^a
Aroma	6,37 ± 1,72 ^a	6,80 ± 1,51 ^a	6,69 ± 1,64 ^a
Sabor	7,00 ± 1,05 ^a	7,19 ± 1,17 ^a	7,17 ± 1,13 ^a
Textura	7,50 ± 0,93 ^a	7,53 ± 1,21 ^a	7,54 ± 1,09 ^a
Avaliação global	7,05 ± 1,17 ^b	7,45 ± 1,06 ^a	7,21 ± 1,18 ^{a, b}

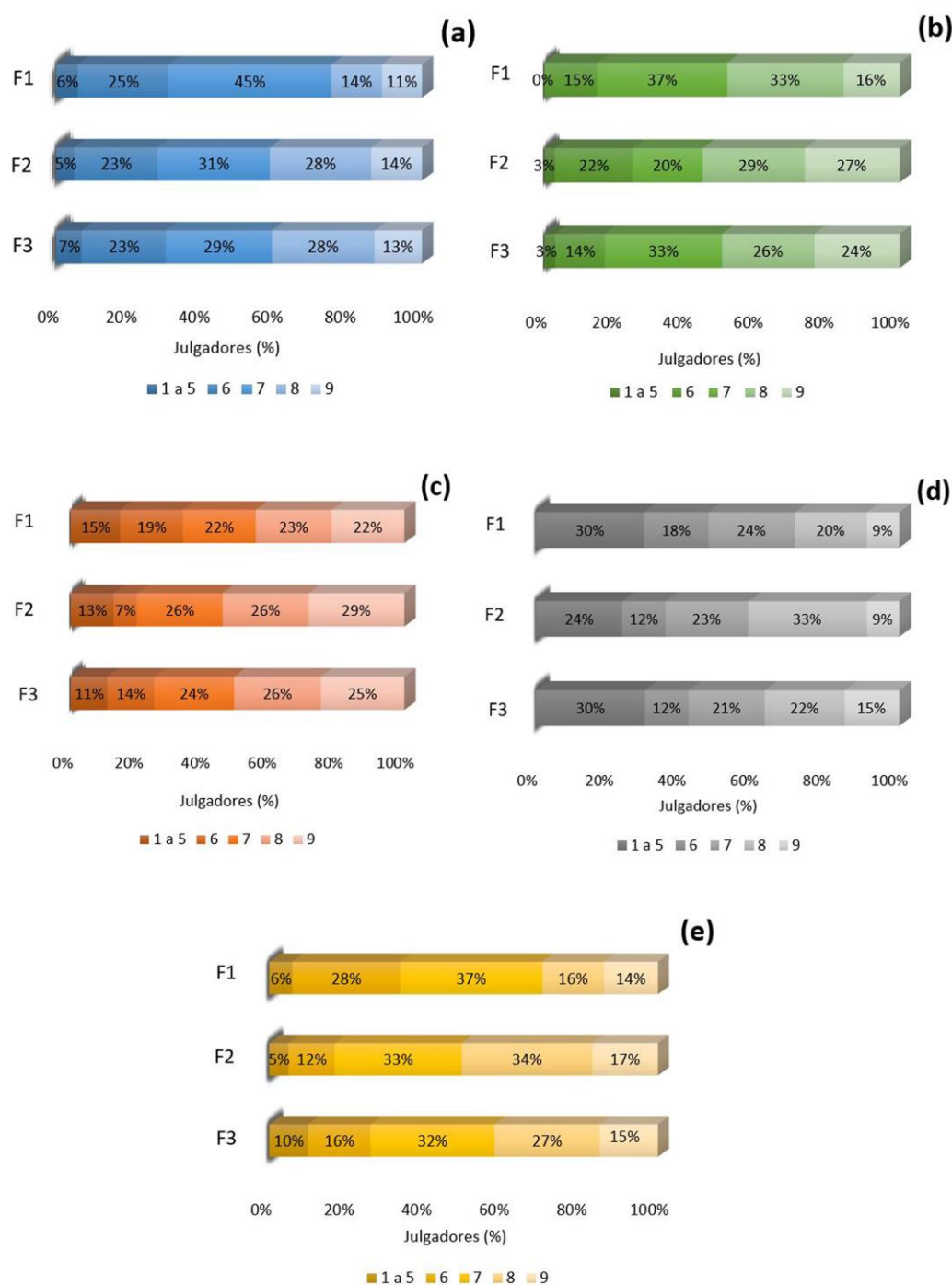
Média ± desvio padrão (n = 100). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ao nível de 95 % de confiança entre as amostras.

O atributo aroma apresentou melhores avaliações quando comparado com as formulações apresentadas no Artigo 1, devido à inserção de aroma açaí no desenvolvimento das balas de goma. O aroma é um atributo importante para o desenvolvimento de novos produtos, pois ele é responsável pela caracterização do sabor do produto a ser ingerido, está diretamente ligado às emoções e tem efeito sobre a escolha do consumidor (VALENTIN; CHREA; NGUYEN, 2006). No entanto, este atributo ainda obteve as notas mais baixas na análise sensorial, fazendo necessárias futuras reestruturações e avaliações. Segundo Cook (2006) em sistemas de natureza hidrocoloide, como as balas de goma, ocorrem complexas interações e mecanismos de transferência de massa entre os atributos de sabor e aroma, diminuindo as intensidades percebidas de uma variedade de agentes aromatizantes.

Os resultados do atributo de sabor (Figura 2a) demonstraram que mais do 50 % dos julgadores avaliaram esta característica sensorial com notas entre 7 e 8 (gostei moderadamente/gostei muito) para as três formulações de balas de goma. Para a amostra F1

(3 % de polpa de açaí liofilizada e 1 % biomassa de *Spirulina*) 45 % dos julgadores avaliaram o sabor com nota de 7, enquanto 14 % atribuíram nota 8. Por outro lado, para as formulações F2 (1 % de polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*) e F3 (2 % de polpa de açaí liofilizada e 2 % biomassa de *Spirulina*) a porcentagem de julgadores que atribuíram nota 8 a este parâmetro foi duas vezes maior (28 %) em comparação a F1.

Figura 2 - Escore Hedônico dos atributos sensoriais de sabor (a), textura (b), cor (c), aroma (d) e avaliação global (e) das formulações F1, F2 e F3 de balas de goma

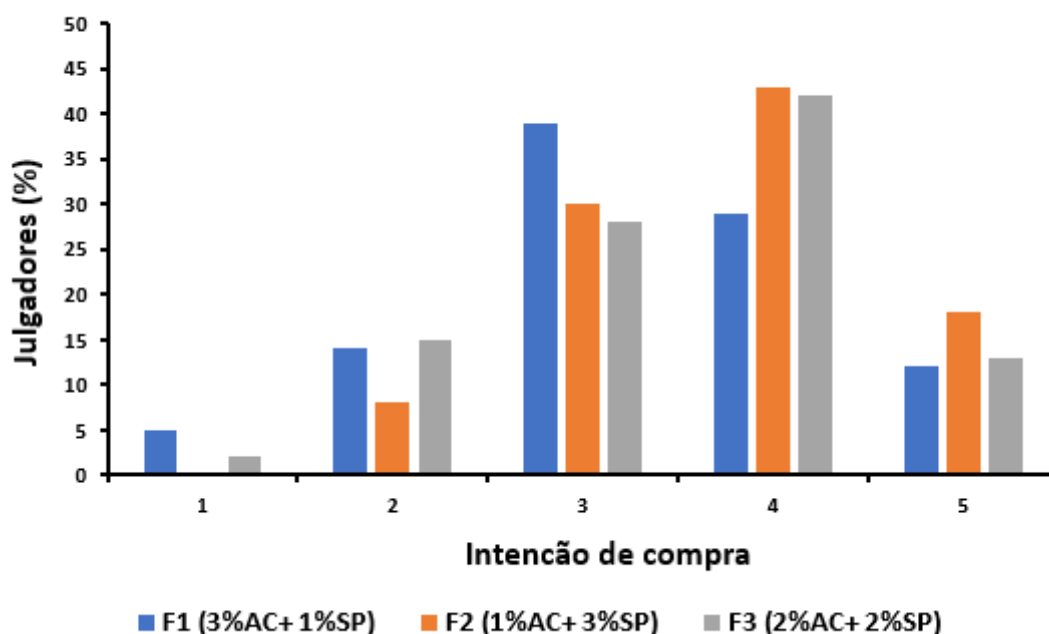


Em relação ao atributo da cor (Figura 2c), 45 % dos julgadores avaliaram as balas de goma com notas entre 8 e 9 (gostei muito/ gostei muitíssimo) para a formulação F1 (3 % de polpa de açaí liofilizada, 1 % biomassa de *Spirulina*), enquanto que para as formulações F2 (1 % de polpa de açaí liofilizada, 3 % biomassa de *Spirulina*) e F3 (2 % de polpa de açaí liofilizada, 2 % biomassa de *Spirulina*), os valores observados para este parâmetro foram de 55 % e 51 %, respectivamente, para esta faixa de notas.

O índice de aceitação (IA) para as três formulações desenvolvidas foi superior a 70 % e, portanto, é considerado satisfatório. A amostra F2 (1 % de polpa de açaí liofilizada, 3 % biomassa de *Spirulina*) apresentou o maior índice de aceitação (82,8 %) seguido por F3 (80,1 %) e F1 (77,8 %), respectivamente.

A intenção de compra das amostras mostrou resultados satisfatórios, situando-se entre talvez compraria e provavelmente compraria (Figura 3).

Figura 3 – Intenção de compra das formulações F1 F2 e F3 das balas de goma utilizando escala hedônica estruturada de 5 pontos: 1 (certamente não compraria), 2 (provavelmente não compraria), 3 (talvez compraria/talvez não compraria), 4 (provavelmente compraria), 5 (certamente compraria)



Para a amostra F1 (3 % de polpa de açaí liofilizada, 1 % biomassa de *Spirulina*) 40 % dos julgadores responderam que talvez comprariam o produto, enquanto para as amostras F2 (1 % de polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*) e F3 (2 % de

polpa de açaí liofilizada e 2 % biomassa de *Spirulina*), 42 e 43 %, respectivamente, responderam que provavelmente comprariam. Além disso, a amostra F2 (1 % de polpa de açaí liofilizada e 3 % biomassa de *Spirulina*) apresentou a maior porcentagem para a pontuação de 5 (certamente compraria) com 18 %. Silva et al. (2016b), aplicaram teste de intenção de compra para balas mastigáveis com 5 % de polpa de açaí. Os autores reportaram que 40 % dos julgadores provavelmente compraria o produto, enquanto o 30 % certamente compraria, em relação à amostra controle.

4 CONCLUSÃO

A inclusão conjunta da microalga *Spirulina* sp. LEB 18 e da polpa de açaí liofilizada apresentou efeito sinérgico e grande potencial para o enriquecimento de balas de goma. A formulação contendo 1 % de polpa de açaí liofilizada e 3 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 foi considerada a mistura mais promissora, resultando em balas de goma com composição de 10,4 % proteína, 1 % de conteúdo lipídico e 0,8 % de minerais. Além disso, as balas de goma desta formulação apresentaram compostos fenólicos livres (0,195 mg GAE g⁻¹) e propriedades antioxidantes (43,5 % de inibição radical DPPH). A avaliação sensorial indicou o maior índice de aceitabilidade para esta formulação (82,8 %), sugerindo sua viabilidade para o enriquecimento de balas de goma. Sendo assim, as balas de goma enriquecidas com misturas de 1 % de polpa de açaí liofilizada e 3 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 apresentam-se como alternativa inovadora para o desenvolvimento de produtos de confeitaria aliados à demanda de alimentos saudáveis, nutritivos e funcionais.

REFERÊNCIAS

- AL-QAHTANI, W. H.; BINOBEAD, M. A. Anti-inflammatory, antioxidant and antihepatotoxic effects of *Spirulina platensis* against D-galactosamine induced hepatotoxicity in rats. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, n. 4, p. 647–652, 2019.
- AMJADI, S.; GHORBANIC, M.; HAMISHEHKARD, H.; ROUFEGARINEJAD, L. Improvement in the stability of betanin by liposomal nanocarriers: Its application in gummy candy as a food model. **Food Chemistry**, v. 256, p. 156–162, 2018.
- AOAC - THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 17. ed. Virgínia: AOAC International, 2000.
- ARRUDA, H. S.; BOTREL, D.A.; FERNANDES, R.V.; ALMEIDA, M. E. Development and sensory evaluation of products containing the Brazilian Savannah fruits araticum (*Annona crassiflora* Mart.) and cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, p. 1-7, 2016.

BARBOSA, P. O.; PALA, D.; SILVA, C.; DE SOUZA, M.; AMARAL, J.; VIEIRA, R. A.; FOLLY, G. A.; VOLP, A. C.; FREITAS, R. N. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women. **Nutrition**, v. 32, n.6, p. 674–680, 2016

BATISTA, A. P.; NICCOLAI, A.; FRADINHO, P.; FRAGOSO, S.; BURSIC, I.; RODOLFI, L.; BIONDI, N.; TREDICI, M.R.; SOUSA, I.; RAYMUNDO, A. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. **Algal Research**, v. 26, p. 161–171, 2017.

BEZERRA, V. S.; AMARAL, I. A. ; DAMASCENO, L. F.; FREITAS-SILVA, O. O açai como fonte de ácidos graxos Ômega-9, Ômega-6 e Ômega-3. **Jornada Científica Da Embrapa Amapá**, Embrapa Amapá, 2,p. 17 , 2016.

BOUAYED, J.; BOHN, T. Exogenous Antioxidants—Double-Edged Swords in Cellular Redox State: Health Beneficial Effects at Physiologic Doses versus Deleterious Effects at High Doses. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 3, n. 4, p. 228–237, 2010.

BRASIL. **Lista de Novos Ingredientes Aprovados**. [S.l]: 2005a. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/novosalimentos> Acesso em: 8 set. 2018 17:45:00

BRASIL. Resolução no 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 jan. 2001.

BRASIL. Resolução no 387, de 05 de agosto de 1999. Aprova o Regulamento Técnico sobre o uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo suas Funções e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 5: Balas, Confeitos, Bombons, Chocolates e Similares. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 ago. 1999.

BUREY, P.; BHANDARI , B. R.; RUTGERS, R. P. G.; HALLEY, P. J.;TORLEY, P. J. Confectionery Gels: A Review on Formulation, Rheological and Structural Aspects. **International Journal of Food Properties**, v.12, p. 176-210, 2009.

CAMPOS, D. C.; NEVES, L. T.; FLACH, A.; COSTA, L. A.; DE SOUSA, B. O. Post-acidification and evaluation of anthocyanins stability and antioxidant activity in açai fermented milk and yogurts (*Euterpe oleracea* Mart.). **Fruticultura Brasileira**, v. 39, n.4, p. 1–7, 2017.

CASTELLAR, M.; OBÓN, J.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from *Opuntia stricta* fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 1, p. 122–128, 2006.

CHANDRA, M. V.; SHAMASUNDAR, B. A. Texture Profile Analysis and Functional Properties of Gelatin from the Skin of Three Species of Fresh Water Fish. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n. 3, p. 572–584, 2015.

CHRIST-RIBEIRO, A.; GRAÇA, C.S.; KUPSKI, L.; BADIALE-FURLONG, E.; DE SOUZA-SOARES, L.A Cytotoxicity, antifungal and anti mycotoxins effects of phenolic compounds from fermented rice bran and *Spirulina* sp. **Process Biochemistry**, v. 80, n. 8, p.

190–196, 2019.

COOK, D. Hydrocolloid-sweetener interactions in food products. In: Spinalle, W.J. (Eds.). **Optimising Sweet Taste in Foods**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. p.388-401.

DE MARCO, E. R.; STEFFOLANI, M. E.; MARTINEZ, 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, n. 1, p. 102-108, 2014.

DEMARS, L. L.; ZIEGLER, G. R. Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. **Food Hydrocolloids**, [s.l.], v. 15, n 4, p. 643–653, 2001.

DILLE, M. J.; HATTREM, M. N.; DRAGET, K. I. Bioactively filled gelatin gels; challenges and opportunities. **Food Hydrocolloids**, v. 76, p. 17–29, 2018.

EDWARDS, W. P. Sweets and candies, sugar confectionery. In: B. CABALLERO. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2 ed. [s.l.]: Academic Press, 2003. p. 5703–5710.

ERGUN, R.; LIETHA, R.; HARTEL, R. W. Moisture and shelf life in sugar confections. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n 2, p. 162–192, 2010.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Health and Wellness in Brazil. [S.l]: 2018b. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/health-and-wellness-in-brazil/report> Acesso em: 30 jan. 2019 16:20:00.

FAIRCHILD, M. D. Colorimetry **Color Appearance Models**, 2.ed., Chichester :Wiley-IS&T, 2005. p. 53-82.

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological Analytical Manual: Chapter 4-Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria**. [S.l]: 2002b. Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>. Acesso em: 14 de sep. 2018, 10:40:00

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **GRAS Notification for *Spirulina* microalgae**. [S.l]: 2002a. Disponível em: <http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/NoticeInventory/UCM265861>. Acesso em: 14 de sep. 2018, 10:20:00

FERNANDES, E. T. M. B.; MACIEL, V. T.; SOUZA, M. L.; FURTADO, C. M.; WADT, L. H.; CUNHA, C. R. Physicochemical composition, color and sensory acceptance of low-fat cupuaçu and açaí nectar: characterization and changes during storage. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 36, n.3, p. 413–420, 2016.

GARCIA, T.; PENTEADO, M. D. V. C. Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.4, p. 743–749, 2005.

GARGOURI, M.; MAGNÉ, C.; FEKI, A. Hyperglycemia, oxidative stress, liver damage and dysfunction in alloxan-induced diabetic rat are prevented by *Spirulina* supplementation. **Nutrition Research**, v. 36, n.11, p. 1255–1268, 2016.

HANI, N. M.; ROMLI, S. R.; AHMAD, M. Influences of red pitaya fruit puree and gelling agents on the physico-mechanical properties and quality changes of gummy confections. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 2, p. 331–339, 2015.

HELENO, S. A.; MARTINS, A.; QUEIROZ M. J.; FERREIRA, I. Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. **Food Chemistry**, v. 173, p. 501–513, 2015.

HUBBERMANN, E. M. Coloring of low-moisture and gelatinized food products. In: R. CARLE; R. SCHWEIGGERT (Eds.). **Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages**. 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. p. 179-196.

JACK, F. Sensory Analysis. **Handbook of Alcoholic Beverages**. 2.ed. [s.l.]: Elsevier, 2010. p. 229–242.

KANG, J.; LI, Z.; WUB, T.; JENSEN, G. S.; SCHAUSS, A. G.; WU, X. Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v. 122, n.3, p. 610–617, 2010.

KEPEKÇI, R. A.; POLAT, S.; ÇELİK, A.; BAYAT, N.; SAYGIDEGGER, S. D. Protective effect of *Spirulina platensis* enriched in phenolic compounds against hepatotoxicity induced by CCl₄. **Food Chemistry**, v. 141, n. 3, p. 1972–1979, 2013.

KUMAR, N.; GOEL, N. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. **Biotechnology Reports**, v. 24, p.370- 385, 2019.

KUMAR, V.; KUSHWAHAB, R.; GOYALC, A.; TANWARD, B.; KAURA, J. Process optimization for the preparation of antioxidant rich ginger candy using beetroot pomace extract. **Food Chemistry**, v. 245, p. 168–177, 2018.

LUCAS, B. F.; MORAIS, M.G.; SANTOS, T.D.; COSTA, J. A.V. *Spirulina* for snack enrichment: nutritional, physical and sensory evaluations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 270–276, 2018.

LUCAS, B. F.; ROSA, A. P.; CARVALHO, L. F.; MORAIS, M.G.; SANTOS, T, D.; COSTA, J. A. V. Snack bars enriched with *Spirulina* for schoolchildren nutrition. **Food Science and Technology**, v. 2061, p. 1–7, 2019.

MALUF, D.; GONÇALVES, M. M.; D'ANGELO, R.W. O; GIRASSOL A. B.; TULIO, A. P.; PUPO, Y. M.; FARAGO, P. V. Cytoprotection of Antioxidant Biocompounds from Grape Pomace: Further Exfoliant Phytoactive Ingredients for Cosmetic Products. **Cosmetics**, v. 5, n. 3, p. 46, 2018.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MEMIJE-LAZARO, I. N; BLAS-VALDIVIA,V.; FRANCO-COLÍN, M.; CANO-EUROPA, E. *Arthrospira maxima* (*Spirulina*) and C-*phycocyanin* prevent the progression of chronic kidney disease and its cardiovascular complications. **Journal of Functional Foods**, v. 43, p.37–43, 2018.

MENEZES, E. M. D. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. Valor nutricional da polpa de açai

- (*Euterpe oleracea* Mart.) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n2, p. 311–316, 2008.
- MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; BEEK, T. A. VAN. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. **Food Chemistry**, v. 85, n.2, p. 231–237, 2004.
- MORAIS, M. G.; REICHERT, C. C.; DALCANTON, F.; DURANTE, A. J.; MARINS, L. F.; COSTA, J. A. V. Isolation and characterization of a new *Arthrospira* strain. **Z. Naturforsch.** v. 63c, p. 144-150, 2008.
- MUTLU, C.; TONTUL, S. A.; ERBAŞ, M. Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. **LWT- Food Science and Technology**, v. 93, p. 499–505, 2018.
- NATARAJAN, T. D.; RAMASAMY, J. R.; PALANISAMY, K. Nutraceutical potentials of synergic foods : a systematic review. **Journal of Ethnic Foods**, v. 6, n. 27, p. 1–7, 2019.
- OLIVEIRA, M.; SCHWARTZ, G. Açaí — *Euterpe oleracea*. **Exotic Fruits**, p. 1–5, 2018.
- PALA, D.; BARBOSA, P. O.; SILVA, C. T.; SOUZA, M. O.; FREITAS, F. R.; VOLP, A.C.; MARANHÃO, R. C.; FREITAS, R. N. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) dietary intake affects plasma lipids, apolipoproteins, cholesteryl ester transfer to high-density lipoprotein and redox metabolism: A prospective study in women. **Clinical Nutrition**, v. 37, n.2, p. 618–623, 2018
- PRAZERES, I. C.; DOMINGUES, A. F.; CAMPOS, A. P; CARVALHO, A. V. Elaboration and characterization of snack bars made with ingredients from the Amazon. **Acta Amazonica**, v. 47, n. 2, p. 103–110, 2017.
- RAVINDRAN, B.; GUPTA, S. K.; CHO, W.; KIM, J. K.; LEE, S. R.; JEONG, K. LEE, D. J; CHOI, H. Microalgae potential and multiple roles — Current progress and future prospects — An overview. **Sustainability**, v. 8, n.12, p. 1215, 2016
- REBOLEIRA, J.; FREITAS, R.; PINTEUS, S.; SILVA, J.; ALVES, C.; PEDROSA, R.; BERNARDINO, S. **Spirulina**. In Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements. [s.l.]: Elsevier Inc., 2019, p. 409–413.
- SANTOS-SÁNCHEZ, F. N.; SALAS-CORONADO, R.; VILLANUEVA-CAÑONGO, C.; HERNÁNDEZ-CARLOS, B. Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. **Antioxidants**, 2019. p. 13.
- SHANTAKUMARI, N.; ELDEEB, R. A.; IBRAHIM, S.; SREEDHARAN, J.; OTOUM, S. Effect of PUFA on patients with hypertension: A hospital based study. **Indian Heart Journal**, v. 66, n.4, p. 408–414, 2014.
- SILVA, L. B.; ANNETTA, F. E.; ALVES, A. B.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L.; SILVA, M. G.; EFRAIM, P. Effect of differently processed açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) on the retention of phenolics and anthocyanins in chewy candies. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 12, p. 2603–2612, 2016a.
- SILVA, L. B.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L.; FONSECA, R. C.; GERMER, S. P.; EFRAIM, P. Chewy candy as a model system to study the influence of polyols and fruit pulp (açaí) on texture and sensorial properties. **LWT- Food Science and Technology**, v. 65, p.

268–274, 2016b.

SOUZA, M. M.; PRIETTO, L.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, T. D.; FURLONG, E. B. Assessment of the antifungal activity of *Spirulina platensis* phenolic extract against *Aspergillus flavus*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, 2011.

SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R. S. *Spirulina* – From growth to nutritional product: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 69, p. 157–171, 2017.

SPENCE, C. On the psychological impact of food colour. **Flavour**, v. 4, n. 1, p. 21, 2015.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. **Food Research International**, v. 43, n. 3, p. 907–914, 2010.

TULIO, A. P.; PUPO, Y. M.; FARAGO, P. V. Cytoprotection of Antioxidant Biocompounds from Grape Pomace: Further Exfoliant Phytoactive Ingredients for Cosmetic Products. **Cosmetics**, v. 5, n. 3, p. 46, 2018.

VALENTIN, D.; CHREA, C.; NGUYEN, D. H. Taste-odour interactions in sweet taste perception. In: Spinalle, W.J. (Eds.). **Optimising Sweet Taste in Foods**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. p.66-81.

VALENTIN, D.; CHREA, C.; NGUYEN, D. H. Taste-odour interactions in sweet taste perception. In: Spinalle, W.J. (Eds.). **Optimising Sweet Taste in Foods**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. p.66-81.

WAN, D.; WU, Q.; KUČA, K. *Spirulina*. **Nutraceuticals: Efficacy, Safety and Toxicity**, p. 569–583, 2016.

WANG, S.; MECKLING, K.; MARCONE, F.; KAKUDA, Y.; TSAO, R.. Synergistic, additive, and antagonistic effects of food mixtures on total antioxidant capacities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n.3, p. 960–968, 2011.

WAGNER, H.; ULRICH-MERZENICH, G. Synergy research: Approaching a new generation of phytopharmaceuticals. **Phytomedicine**, v. 16, n° 2–3, p. 97–110, 2009.

WONG, D. Y. S.; MUSGRAVE, I. F.; HARVEY, B. S.; SMID, S. D. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry extract exerts neuroprotective effects against β -amyloid exposure in vitro. **Neuroscience Letters**, v. 556, p. 221–226, 2013.

YAMAGUCHI, K. K. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon açai: chemistry and biological activities: A Review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137–151, 2015.

ZAFRA-STONE, S.; YASMIN, T.; BAGCHI, M.; CHATTERJEE, A.; VINSON, J.A.; BAGCHI, D. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 51, n 6, p. 675–683, 2007.

CAPÍTULO IV

5 CONCLUSÃO GERAL

A biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 utilizada no presente estudo apresentou elevado conteúdo proteico (58,2 %), além de compostos bioativos como ficocianina (50,1 mg g⁻¹) e compostos fenólicos (1,15 mg GAE g⁻¹). A polpa de açaí liofilizada apresentou elevado teor de lipídios (52,2 %), presença de antocianinas (159,8 mg 100 g⁻¹) e compostos fenólicos (18,8 mg GAE g⁻¹) em sua composição.

O enriquecimento de balas de goma com 5 % de biomassa de *Spirulina* sp. LEB 18 resultaram em maiores incrementos nutricionais e funcionais no produto, sendo observado o aumento de 36 % no teor de proteína, presença de compostos fenólicos (0,081 mg GAE g⁻¹) e atividade antioxidante (11,5 % para o mecanismo de DPPH). As balas de goma adicionadas com 3 % de polpa de açaí liofilizada, destacaram-se como formulação promissora e apresentaram 1,4 % de lipídios, 0,190 mg GAE g⁻¹ de compostos fenólicos e potencial antioxidante (27,0 % de inibição do radical DPPH).

A inclusão conjunta da microalga *Spirulina* sp. LEB 18 e de polpa de açaí liofilizada mostrou efeito sinérgico e grande potencial para o enriquecimento de balas de goma. As balas de goma enriquecidas com 1 % de polpa de açaí liofilizada e 3 % de biomassa de *Spirulina* apresentaram 10,4 % no conteúdo de proteína, 1 % de lipídios e 0,8 % de minerais, melhorando o valor nutricional do produto, além de conferir maior poder antioxidante (43,5 % para o mecanismo DPPH), em relação à ação das matrizes alimentares adicionadas de forma individual.

Embora os parâmetros de textura foram significativamente afetados nas formulações desenvolvidas, estas diferenças não prejudicaram a aceitação sensorial do produto, obtendo-se 78,7 % para balas de goma enriquecidas com 5 % *Spirulina* sp. LEB 18, 83,8 % para aquelas adicionadas com 3 % de polpa de açaí liofilizada e 82,8 % para as balas de goma contendo misturas de 1 % de polpa de açaí liofilizada e 3 % de biomassa de *Spirulina*. Sendo assim, as balas de goma enriquecidas com estes ingredientes naturais apresentam-se como alternativa inovadora para o desenvolvimento de produtos de confeitaria mais saudáveis e nutritivos, sendo possível potencializar os seus benefícios quando inseridos em conjunto.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliar a estabilidade da cor, a atividade antioxidante e os compostos fenólicos das balas de goma ao longo do tempo;
- Determinar as condições ótimas de armazenamento enquanto luz e temperatura para a conservação das propriedades nutritivas e funcionais do produto;
- Analisar a biodisponibilidade dos compostos fenólicos presentes nas balas de goma;
- Estudar e adaptar métodos de extração e quantificação de outros compostos bioativos como carotenoides, antocianinas e ficocianina para verificar sua presença nas balas de goma;
- Comparar as propriedades nutricionais, físicas, e sensoriais das balas de goma desenvolvidas no presente estudo com balas de goma comerciais;
- Avaliar a viabilidade econômica e os custos de produção das balas de goma enriquecidas com *Spirulina* sp. LEB 18 e polpa de açaí liofilizada.

CAPÍTULO V

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARICI, T. R.; PESSOA, J. D. C. Effects of heat treatment and storage temperature on the use of açai drink by nutraceutical and beverage industries. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 32, n.1, p. 9–14, 2012.
- AL-QAHTANI, W. H.; BINOBEAD, M. A. Anti-inflammatory, antioxidant and antihepatotoxic effects of *Spirulina platensis* against D-galactosamine induced hepatotoxicity in rats. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26, n. 4, p. 647–652, 2019.
- AMJADI, S.; GHORBANIC, M.; HAMISHEHKARD, H.; ROUFEGARINEJAD, L. Improvement in the stability of betanin by liposomal nanocarriers: Its application in gummy candy as a food model. **Food Chemistry**, v. 256, p. 156–162, 2018.
- AOAC - THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 17. ed. Virgínia: AOAC International, 2000.
- ARANHA, L. N.; SILVA, M. G.; UEHARA, S. K.; LUIZ, R. R.; NETO, J. N.; ROSA, G.; DE OLIVEIRA, G. M. Effects of a hypoenergetic diet associated with açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp consumption on antioxidant status, oxidative stress and inflammatory biomarkers in overweight, dyslipidemic individuals. **Clinical Nutrition**, p. 6–11, 2019
- ARRUDA, H. S.; BOTREL, D.A.; FERNANDES, R.V.; ALMEIDA, M. E. Development and sensory evaluation of products containing the Brazilian Savannah fruits araticum (*Annona crassiflora* Mart.) and cagaita (*Eugenia dysenterica* Mart.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 19, p. 1-7, 2016.
- ASSIS, L. M.; MACHADO, A.R.; DE SOUZA, A.; COSTA, J.A. SOUZA-SOARES, L.A. Development and Characterization of Nanovesicles Containing Phenolic Compounds of Microalgae *Spirulina* Strain LEB-18 and; *Chlorella pyrenoidosa*; **Advances in Materials Physics and Chemistry**, v. 04, n.1, p. 6–12, 2014.
- BARBOSA, K. B. F; COSTA, N. M.; ALFENAS, R.; DE PAULA, S.O.; MINIM, V.P.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629–643, 2010.
- BARBOSA, P. O.; PALA, D.; SILVA, C.; DE SOUZA, M.; AMARAL, J.; VIEIRA, R. A.; FOLLY, G. A.; VOLP, A. C.; FREITAS, R. N. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women. **Nutrition**, v. 32, n.6, p. 674–680, 2016
- BARKALLAH, M.; DAMMAK, M.; LOUATI, I.; HENTATI, F.; HADRICHI, B.; MECHINI, T.; AYADI, M.; FENDRI, I.; ATTIA, H.; ABDELKAF, S. Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 84, p. 323–330, 2017.
- BATISTA, A. P.; NICCOLAI, A.; FRADINHO, P.; FRAGOSO, S.; BURSIC, I.; RODOLFI, L.; BIONDI, N.; TREDICI, M.R.; SOUSA, I.; RAYMUNDO, A. Microalgae biomass as an

alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. **Algal Research**, v. 26, p. 161–171, 2017.

BENNETT, A.; BOGORAD, L. Complementary chromatic adaptation in a filamentous blue-green alga. **The Journal of Cell Biology**, v. 58, n. 2, p. 419-435, 1973.

BEZERRA, V. S.; AMARAL, I. A. do; DAMASCENO, L. F.; FREITAS-SILVA, O. O açaí como fonte de ácidos graxos Ômega-9, Ômega-6 e Ômega-3. **Jornada Científica Da Embrapa Amapá**, Embrapa Amapá, 2, p. 17, 2016.

BICHARA, C. M. G.; ROGEZ, H. Açaí (*Euterpe oleracea* Martius). In: E. M. YAHIA (Ed.). **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits**. 1. ed. [s.l.]: Woodhead Publishing, 2011. p. 1–27.

BONOMO, L. F.; SILVA, D. N.; BOASQUIVIS, P. F.; PAIVA, F. A.; GUERRA, J. F.; MARTINS, T. F.; TORRES, A. G.; RAPOSO, I. T.; CANESCHI, W. L.; GROSSIN, P. J.; TESSIER, F. J.; BOULANGER, E.; SILVA, M. E.; PEDROSA, M. L. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. **PLoS ONE**, v. 9, n3, p. 1- 15, 2014.

BOUAYED, J.; BOHN, T. Exogenous Antioxidants—Double-Edged Swords in Cellular Redox State: Health Beneficial Effects at Physiologic Doses versus Deleterious Effects at High Doses. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 3, n. 4, p. 228–237, 2010.

BRASIL. **Lista de Novos Ingredientes Aprovados**. [S.l]: 2005a. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/novosalimentos> Acesso em: 8 set. 2018 17:45:00

BRASIL. Resolução no 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 jan. 2001.

BRASIL. Resolução no 18, de 24 de março de 2008. Aprova o Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 24 mar. 2008.

BRASIL. Resolução no 265, de 22 de setembro de 2005b. Aprova o Regulamento Técnico Para Balas, Bombons E Gomas. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 set. 2005.

BRASIL. Resolução no 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre porções de alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2003

BRASIL. Resolução no 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre porções de alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 2003

BRASIL. Resolução no 387, de 05 de agosto de 1999. Aprova o Regulamento Técnico sobre o uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo suas Funções e seus Limites Máximos para a

Categoria de Alimentos 5: Balas, Confeitos, Bombons, Chocolates e Similares. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 ago. 1999.

BRASIL. Resolução no 45, de 03 de novembro de 2010. Aprova o Regulamento Técnico sobre Aditivos Alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 nov. 2010.

BUREY, P.; BHANDARI, B. R.; RUTGERS, R. P. G.; HALLEY, P. J.; TORLEY, P. J. Confectionery Gels: A Review on Formulation, Rheological and Structural Aspects. **International Journal of Food Properties**, v.12, p. 176-210, 2009.

CAMPOS, D. C.; NEVES, L. T.; FLACH, A.; COSTA, L. A.; DE SOUSA, B. O. Post-acidification and evaluation of anthocyanins stability and antioxidant activity in açai fermented milk and yogurts (*Euterpe oleracea* Mart.). **Fruticultura Brasileira**, v. 39, n.4, p. 1–7, 2017.

CAPPA, C.; LAVELLI, V.; MARIOTTI, M. Fruit candies enriched with grape skin powders: physicochemical properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 569–575, 2015.

CASTELLAR, M.; OBÓN, J.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. The isolation and properties of a concentrated red-purple betacyanin food colourant from *Opuntia stricta* fruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 1, p. 122–128, 2006.

CARVALHO, L. F.; MOREIRA, J. B.; OLIVEIRA, M.S.; COSTA, J. A. V.. Novel Food Supplements Formulated With *Spirulina* To Meet Athletes' Needs. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 61, , p. 1–11, 2018.

CAVALHEIRO, P. L.; MACHADO, A. R.; RIBEIRO, A. C.; BADIALE FURLONG, E.; SOUZA-SOARES, L. Avaliação da capacidade antioxidante de diferentes extratos de microalga *Spirulina* sp. LEB 18. 53º Congresso Brasileiro de Química. Rio de Janeiro/RJ. 2013.

CHANDRA, M. V.; SHAMASUNDAR, B. A. Texture Profile Analysis and Functional Properties of Gelatin from the Skin of Three Species of Fresh Water Fish. **International Journal of Food Properties**, v. 18, n. 3, p. 572–584, 2015.

CHRIST-RIBEIRO, A.; GRAÇA, C.S.; KUPSKI, L.; BADIALE-FURLONG, E.; DE SOUZA-SOARES, L.A Cytotoxicity, antifungal and anti mycotoxins effects of phenolic compounds from fermented rice bran and *Spirulina* sp. **Process Biochemistry**, v. 80, n. 8, p. 190–196, 2019.

COOK, D. Hydrocolloid-sweetener interactions in food products. In: Spinalle, W.J. (Eds.). **Optimising Sweet Taste in Foods**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. p.388-401.

COSTA, J. A. V.; PINTO, M. H. ; MIRANDA, M. Suplementação de massas secas tipo talharim com microalga *Spirulina*. In: 6º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2005, Campinas. 6º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2005. p. 3372 -1-3372-1.

COSTA, J. A. V.; SANTOS, G. C. ; RODRIGUES, A. P. Misturas para bolos de chocolate e limão enriquecidas com a microalga *Spirulina platensis*. In: V SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS - SLACA, 2003, Campinas. V SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS - SLACA, 2003. p. 2332-2332.

DAS, A.; SEN, C. K. Nutritional Supplements and Functional Foods: Functional Significance and Global Regulations. In Bagchi, D. (Eds.). **Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World**. 2.ed. San Diego: Elsevier, 2014. p. 13-39

DE COCK, P. Erythritol. In: K. O'DONNELL, & M. W. KEARSLEY (Eds.). **Sweeteners and sugar alternatives in food technology**. 2.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. p. 215-241.

DE MARCO, E. R.; STEFFOLANI, M. E.; MARTINEZ, 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, n. 1, p. 102-108, 2014.

DEMARS, L. L.; ZIEGLER, G. R. Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. **Food Hydrocolloids**, v. 15, n. 4, p. 643–653, 2001.

DILLE, M. J.; HATTREM, M. N.; DRAGET, K. I. Bioactively filled gelatin gels; challenges and opportunities. **Food Hydrocolloids**, v. 76, p. 17–29, 2018.

DOS SANTOS, C; SCHNEIDER, F. L. Biorrefinaria De Açaí: Uma Alternativa Sustentável. 2017. Trabalho de conclusão de curso (TCC) Engenharia Bioquímica- Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n.3, p. 350–356, 1956.

EDWARDS, W. P. Caramels, fondants and jellies as centres and fillings. In: G. TALBOT. **Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products**.[s.l.]: Woodhead Publishing, 2009. p. 123–151.

EDWARDS, W. P. Sweets and candies, sugar confectionery. In: B. CABALLERO. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2 ed. [s.l.]: Academic Press, 2003. p. 5703–5710.

ERGUN, R.; LIETHA, R.; HARTEL, R. W. Moisture and shelf life in sugar confections. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, n 2, p. 162–192, 2010.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Confectionery in Brazil. [S.l.]: 2019a. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/confectionery-in-brazil/report> Acesso em: 17 jan. 2020 14:45:00.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Health and Wellness in Brazil. [S.l.]: 2019b. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/health-and-wellness-in-brazil/report> Acesso

em: 17 jan. 2020 16:20:00.

ESPÍRITO SANTO, A. P.; SILVA, R. C.; SOARES, F. A. S. M.; ANJOS, D.; GIOIELLI, L. A.; OLIVEIRA, M. N. Açaí pulp addition improves fatty acid profile and probiotic viability in yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 20, n.6, p. 415–422, 2010

FAIRCHILD, M. D. Colorimetry **Color Appearance Models**, 2.ed., Chichester :Wiley-IS&T, 2005. p. 53-82.

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological Analytical Manual: Chapter 4-Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria**. [S.l]: 2002b.

Disponível em:

<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>. Acesso em: 14 de sep. 2018, 10:40:00

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **GRAS Notification for *Spirulina* microalgae**. [S.l]: 2002a. Disponível em:

<http://www.fda.gov/downloads/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/NoticeInventory/UCM265861>. Acesso em: 14 de sep. 2018, 10:20:00

FERNANDES, E. T. M. B.; MACIEL, V. T.; SOUZA, M. L.; FURTADO, C. M.; WADT, L. H.; CUNHA, C. R. Physicochemical composition, color and sensory acceptance of low-fat cupuaçu and açaí nectar: characterization and changes during storage. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 36, n.3, p. 413–420, 2016.

FIGUEIRA, F. 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, n. 4, p. 308–316, 2011.

FLAMBEAU, M.; RESPONDEK, F.; WAGNER, A. MALTITOL SYRUPS. In: K. O'DONNELL, & M. W. KEARSLEY (Eds.). **Sweeteners and sugar alternatives in food technology**. 2.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. p. 309-330.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FOLIN, O.; CIOCALTEU, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 73, n. 2, 1927.

FREITAS, B. C. B; CRUZ, C. G.; SILVEIRA, J. T.; BEZERRA, P. Q. M.; COSTA, J. A. V. Development of high-calorie food supplement with Açaí as alternative to contribution in the income generation of the amazon communities. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 2017, Campinas. **Anais**. Campinas: Galoá, 2017a.

FREITAS, B. C. B; MORAIS, E. G.; VAZ, B. S.; CASSURIAGA, A. P. A.; MORAIS, M. G.; COSTA, J. A. V. Açaí cookies as alternative for the Brazilian agrobiodiversity valorization: development, composition analysis, and color evaluation. In: Simpósio Latino Americano De Ciência Dos Alimentos, 2017, Campinas. **Anais**. Campinas, Galoá, 2017b.

FREITAS, B.C.B., CASSURIAGA, A.P.A., CARDIAS, B.B., KUNTZLER, S.G., MORAES, L., MORAIS, M.G. COSTA, J.A.V. Desenvolvimento de bolo com açaí em polpa in natura e liofilizada como alternativa à contribuição na geração de renda. In: XII Congresso Iberoamericano de Engenharia Alimentar, 2019, Faro. Challenging Food Engineering as a driver towards sustainable food processing, 2019a.

FREITAS, B. C. B.; MORAES, L.; YAMAGUCHI, S. K. F.; KUNTZLER, S. G.; MORAIS, M. G.; COSTA, J. A. V. Avaliação microbiológica e nutricional de polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) do arquipélago do Bailique-AP. In: XII Congresso Iberoamericano de Engenharia Alimentar, 2019, Faro. Challenging Food Engineering as a driver towards sustainable food processing, 2019b.

FREITAS, B. C. B.; SANTOS, T. D., MOREIRA, J. B., ZANFONATO, K., MORAIS, M. G.; COSTA, J. A. V. Novel foods: A meal replacement shake and a high-calorie food supplemented with *Spirulina* biomass. **International Food Research Journal**, v. 26, n. 1, p. 59–65, 2019c.

FURTADO, P. C.; GONÇALVES, L.G.; PEGORARO, L. Desenvolvimento De Repositores Eletrolíticos Adicionados De Polpa De Açaí Liofilizada. 2019. Trabalho de conclusão de curso (TCC) Engenharia de Alimentos - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2019.

GARCIA, T.; PENTEADO, M. D. V. C. Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n.4, p. 743–749, 2005.

GARGOURI, M.; MAGNÉ, C.; FEKI, A. Hyperglycemia, oxidative stress, liver damage and dysfunction in alloxan-induced diabetic rat are prevented by *Spirulina* supplementation. **Nutrition Research**, v. 36, n.11, p. 1255–1268, 2016.

GIOXARI, A.; KOGIANNOU, DAA; KALOGEROPOULOS, N.; KALIORA, AC. Phenolic Compounds: Bioavailability and Health Effects. **Encyclopedia of Food and Health**. 1 ed. [s.l.]: Elsevier, 2016. p. 339–345.

GODSHALL, M. A. Candies and sweets: sugar and chocolate confectionery. In: B. CABALLERO; P. FINGLAS; F. TOLDRA. **Encyclopedia of Food and Health**. 1 ed. [s.l.]: Elsevier, 2015. p. 621-627.

GREMBECKA, M. Sugar alcohols — their role in the modern world of sweeteners: a review. In: **European Food Research and Technology**. [s.l.]: Springer, 2015, v 241, n.1, p. 1-14.

HANI, N. M.; ROMLI, S. R.; AHMAD, M. Influences of red pitaya fruit puree and gelling agents on the physico-mechanical properties and quality changes of gummy confections. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 2, p. 331–339, 2015.

HELENO, S. A.; MARTINS, A.; QUEIROZ M. J.; FERREIRA, I. Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review. **Food Chemistry**, v. 173, p. 501–513, 2015.

HOFFMANN, H. Zuckerwaren. In: HOFFMANN, H., MAUCH, W., UNTZE, W. (Eds.). **Zucker und Zuckerwaren**. Germany: Behr's, Hamburg, 2002, p. 81–192.

HOSSEINI, S. M., KHOSRAVI, K., MOZAFARI, M. R. Nutritional and medical applications of *Spirulina* microalgae. **Mini Reviews in Medical Chemistry**, v. 13, p 1231–1237, 2013.

HUBBERMANN, E. M. Coloring of low-moisture and gelatinized food products. In: R. CARLE; R. SCHWEIGGERT (Eds.). **Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages**. 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. p. 179-196.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Caminhos do Açaí. [S.1]: 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/0?tipo=grafico> Acesso em: 14 dez. 2019 14:52:00.

ISMAIL, M; HOSSAIN, F.; TANU, A. R.; SHEKHAR, H. U. Effect of *Spirulina* Intervention on Oxidative Stress, Antioxidant Status, and Lipid Profile in Chronic Obstructive Pulmonary Disease Patients. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1–8, 2015.

JACK, F. Sensory Analysis. **Handbook of Alcoholic Beverages**. 2.ed. [s.l.]: Elsevier, 2010. p. 229–242.

JESPERSEN, L.; STRØMDAHL, L. D.; OLSEN, K.; SKIBSTED, L. H. Heat and light stability of three natural blue colorants for use in confectionery and beverages. **European Food Research and Technology**, v. 220, n. 3–4, p. 261–266, 2005.

JIANG, L.; WANG, Y.; LIU, G.; LIU, H.; ZHU, F.; JI, H.; LI, B. C-*Phycocyanin* exerts anti-cancer effects via the MAPK signaling pathway in MDA-MB-231 cells. **Cancer Cell International**, v. 18, n.1, p. 12, 2018.

KANG, J.; LI, Z.; WUB, T.; JENSEN, G. S.; SCHAUSS, A. G.; WU, X. Anti-oxidant capacities of flavonoid compounds isolated from açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v. 122, n.3, p. 610–617, 2010.

KANG, J.; THAKALI, K. M. ; XIE,C.; KONDO, M.; TONG, Y.; OU, B.; JENSEN, G.; MEDINA, M. B.; SCHAUSS, A. G.; WU. X. Bioactivities of açai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. **Food Chemistry**, v. 133, n.3, p. 671–677, 2012

KANG, J; XIE,C.; LI, Z.; NAGARAJA, S.; WUB, T.; SCHAUSS, A. G.; WU. X. Flavonoids from acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. **Food Chemistry**, v. 128, n1, p. 152–157, 2011.

KEPEKÇI, R. A.; POLAT, S.; ÇELİK, A.; BAYAT, N.; SAYGIDEGER, S. D. Protective effect of *Spirulina platensis* enriched in phenolic compounds against hepatotoxicity induced by CCl₄. **Food Chemistry**, v. 141, n 3, p. 1972–1979, 2013.

KUMAR, N.; GOEL, N. Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. **Biotechnology Reports**, v. 24, p.370- 385, 2019.

KUMAR, N.; GUPTA, S.; YADAV, T. C.; PRUTHI, V.; VARADWAJ, P. K.; GOEL, N. Extrapolation of phenolic compounds as multi-target agents against cancer and inflammation. **Journal of Biomolecular Structure and Dynamics**, v. 37, n. 9, p. 2355–2369, 2019.

KUMAR, V.; KUSHWAHAB, R.; GOYALC, A.; TANWARD, B.; KAURA, J. Process optimization for the preparation of antioxidant rich ginger candy using beetroot pomace extract. **Food Chemistry**, v. 245, p. 168–177, 2018.

KUNTZLER, S. G. **Nanofibras antimicrobianas para aplicação em alimentos**. 2017. Tese (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2017.

LAZZAROTTO, E.; RODRIGUES, M. B.; NAIDOO, S. Bala de gelatina com fibras: caracterização e avaliação sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.2, n.1: p. 22 - 34, 2008.

LEE, S. Strategic Design of Delivery Systems for Nutraceuticals. **Nanotechnology Applications in Food**. [s.l.]: Elsevier, 2017. p. 65–86.

LI, L.; ZHAO, X.; WANG, J.; MUZHINGI, T.; SUTER, P. M.; TANG, G.; YIN, S. *Spirulina* can increase total-body vitamin A stores of chinese school-age children as determined by a paired isotope dilution technique. **Journal of Nutritional Science**, v. 1, n. 19, p. 1-7, 2012.

LOBO, V.; PATIL, A.; PHATAK, A.; CHANDRA, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. **Pharmacognosy Reviews**, v. 4, n° 8, p. 118, 2010.

LUCAS, B. F.; MORAIS, M.G.; SANTOS, T.D.; COSTA, J. A. V. *Spirulina* for snack enrichment: nutritional, physical and sensory evaluations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 270–276, 2018.

LUCAS, B. F.; MORAIS, M.G.; SANTOS, T.D.; COSTA, J. A. V. Effect of *Spirulina* addition on the physicochemical and structural properties of extruded *snacks*. **Food Science and Technology**, v. 37, , p. 16–23, 2017.

LUCAS, B. F.; ROSA, A. P.; CARVALHO, L. F.; MORAIS, M.G.; SANTOS, T, D.; COSTA, J. A. V. Snack bars enriched with *Spirulina* for schoolchildren nutrition. **Food Science and Technology**, v. 2061, p. 1–7, 2019.

LUCAS, B. F.; ZAMBIAZI, R. C.; COSTA, J. A. V. Biocompounds and physical properties of açai pulp dried by different methods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 98, p.335-340, 2018.

MAADANE, A.; MERGHOUB, N.; AINANE, T.; EL, H.; BENHIMA, R.; AMZAZI, S.; BAKRI, Y.; WAHBY, I. Antioxidant activity of some Moroccan marine microalgae : Pufa profiles , carotenoids and phenolic content. **Journal of Biotechnology**, v. 215, p. 13–19, 2015

MALUF, D.; GONÇALVES, M. M.; D'ANGELO, R.W. O; GIRASSOL A. B.; TULIO, A. P.; PUPO, Y. M.; FARAGO , P. V. Cytoprotection of Antioxidant Biocompounds from Grape Pomace: Further Exfoliant Phytoactive Ingredients for Cosmetic Products. **Cosmetics**, v. 5, n° 3, p. 46, 2018.

MARFIL, P. H. M.; ANHÊ, A. C. B. M.; TELIS, V. R. N. Texture and Microstructure of Gelatin/Corn Starch-Based Gummy Confections. **Food Biophysics**, v. 7, n.3, p. 236–243, 2012.

MCCANN, D.; COOPER, A.; CRUMPLER, D.; DALEN, L.; GRIMSHAW, K.; KITCHIN, E.; LOK, K.; PORTEUS, L.; PRINCE, E.; SONUGA-BARKE, E.; O WARNER, J.; STEVENSON, J. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. **Lancet**, v. 370, n.9598, p. 1560–1567, 2007.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MEMIJE-LAZARO, I. N; BLAS-VALDIVIA, V.; FRANCO-COLÍN, M.; CANO-EUROPA, E. *Arthrospira maxima* (Spirulina) and C-phycoerythrin prevent the progression of chronic kidney disease and its cardiovascular complications. **Journal of Functional Foods**, v. 43, p.37–43, 2018.

MENEZES, E. M. D. S.; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n2, p. 311–316, 2008.

MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; BEEK, T. A. VAN. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. **Food Chemistry**, v. 85, n.2, p. 231–237, 2004.

MONGE-FUENTES, V. MUEHLMANN, L. A.; LONGO, J. P.; SILVA, J.; FASCINELI, M. L.; SOUZA, P.; FARIA, F.; DEGRETEV, I.; RODRIGUEZ, A.; CARNEIRO, F. P.; LUCCI, C. M.; ESCOBAR, P.; BATISTA, R. F.; AZEVEDO, R. B. Photodynamic therapy mediated by açaí oil (*Euterpe oleracea* Martius) in nanoemulsion: A potential treatment for melanoma. **Journal of Photochemistry and Photobiology, B: Biology**, v. 166, p. 301–310, 2017.

MOUTINHO, I.; BERTGES, L.; ASSIS, R. Prolonged use of the food dye tartrazine (FD&C yellow n° 5) and its effects on the gastric mucosa of Wistar rats. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 1, p. 141–145, 2007

MORAIS, M. G.; MIRANDA, M. Z.; COSTA, J. A. V. Biscoitos de chocolate enriquecidos com *Spirulina platensis* : características físico-químicas, sensoriais e digestibilidade. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n.3, p. 323–328, 2006.

MORAIS, M. G.; REICHERT, C. C.; DALCANTON, F.; DURANTE, A. J.; MARINS, L. F.; COSTA, J. A. V. Isolation and characterization of a new *Arthrospira* strain. **Z. Naturforsch.** v. 63c, p. 144-150, 2008.

MORAIS, M. G.; VAZ, B. S.; MORAIS, E. G.; COSTA, J. A. V. Biologically Active Metabolites Synthesized by Microalgae. **BioMed Research International**, v. 2015. p. 1-15, 2015.

MOREIRA, J. B.; CARVALHO, L. F.; SANTOS, T. D.; OLIVEIRA, M. S.; COSTA, J. A. V.. Microalgal biotechnology for development of energy gel in sports. **International Food**

Research Journal, v. 25, n5, p. 1942–1947, 2018.

MORSY, O. M.; SHAROBA, A. M.; EL-DESOUKY, A. I.; BAHLOL, H. E. M.; ABD EL MAWLA, E. M. Production and evaluation of some extruded food products using *Spirulina* algae. **Annals Of Agricultural Science Moshtohor**, v. 52, n. 4, p. 329–342, 2014.

MUTLU, C.; TONTUL, S. A.; ERBAŞ, M. Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. **LWT - Food Science and Technology**, v. 93, p. 499–505, 2018.

NATARAJAN, T. D.; RAMASAMY, J. R.; PALANISAMY, K. Nutraceutical potentials of synergic foods : a systematic review. **Journal of Ethnic Foods**, v. 6, n. 27, p. 1–7, 2019.

NERI-NUMA, I. A.; SANCHO, R. A.; PEREIRA, A. P.; PASTORE, G. M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**, v. 103, p. 345–360, 2018.

O’CONNOR, L.; IMAMURA, F.; GRIFFIN, S. J.; WAREHAM, N. J.; FOROUHI, N. G. Intakes and sources of dietary sugars and their association with metabolic and inflammatory markers. **Clinical Nutrition**, v. 37, n.4, p. 1313–1322, 2018.

OLIVEIRA, M; SCHWARTZ, G. Açai — *Euterpe oleracea*. **Exotic Fruits**, p. 1–5, 2018.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; HAWKEN, P.; TALCOTT, S. T. Juice matrix composition and ascorbic acid fortification effects on the phytochemical, antioxidant and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Chemistry**, v. 105, n. 1, p. 28–35, 2007.

PALA, D.; BARBOSA, P. O.; SILVA, C. T.; SOUZA, M. O.; FREITAS, F. R.; VOLP, A.C.; MARANHÃO, R. C.; FREITAS, R. N. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) dietary intake affects plasma lipids, apolipoproteins, cholesteryl ester transfer to high-density lipoprotein and redox metabolism: A prospective study in women. **Clinical Nutrition**, v. 37, n.2, p. 618–623, 2018.

PALINSKA, K. A.; KRUMBEIN, W. E. Perforation patterns in the peptidoglycan wall of filamentous cyanobacteria. **Journal of Phycology**, v. 36, n. 1, p. 139–145, 2000.

PAZ, M.; Gúllon ,P.; Barroso F. M.; Carvalho, A. P.; Domingues, V. F.; Gomes, A. M.; Becker, H.; Longhinotti, E.; Delerue-Matos, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462–468, 2015.

PEIXOTO, H.; ROXO, M.; KRSTIN, S.; WANG, X.; WINK, M. Anthocyanin-rich extract of Acai (*Euterpe precatoria* Mart.) mediates neuroprotective activities in *Caenorhabditis elegans*. **Journal of Functional Foods**, v. 26, p. 385–393, 2016.

PRASANNA M.; MADHULIKA S.; KOLLI B. The Photosynthetic Apparatus of *Spirulina*: Electron Transport and Energy Transfer. In: Vonshak, A. (Ed.). ***Spirulina Platensis Arthrospira***. London: CRC Press, 1997, p.17–42.

PRATES, D. F.; RADMANN, E. M.; DUARTE J. H.; MORAIS M. G.; COSTA, J. A. V. *Spirulina* cultivated under different light emitting diodes: Enhanced cell growth and phycocyanin production. **Bioresource Technology**, v. 256, p. 38–43, 2018.

PRAZERES, I. C.; DOMINGUES, A. F.; CAMPOS, A. P.; CARVALHO, A. V. Elaboration and characterization of snack bars made with ingredients from the Amazon. **Acta Amazonica**, v. 47, n. 2, p. 103–110, 2017.

PORTINHO, J.; ZIMMERMANN, L. M.; BRUCK, M. R. Efeitos benéficos do açaí. **International Journal of Nutrology**, v.5, n.1, p. 15-20, 2012.

RAPAILLE, A.; GOOSENS, J.; HEUME, M. Sugar Alcohols. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. [s.l.]: Elsevier, 2003. p. 5665–5671.

RAVINDRAN, B.; GUPTA, S. K.; CHO, W.; KIM, J. K.; LEE, S. R.; JEONG, K. LEE, D. J.; CHOI, H. Microalgae potential and multiple roles — Current progress and future prospects — An overview. **Sustainability**, v. 8, n.12, p. 1215, 2016.
REBOLEIRA, J.; FREITAS, R.; PINTEUS, S.; SILVA, J.; ALVES, C.; PEDROSA, R.; BERNARDINO, S. **Spirulina**. In Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements. [s.l.]: Elsevier Inc., 2019. 409–413 p.

RESEARCH AND MARKET. Insights into the global *Spirulina* market 2019 to 2015. [S.1]: 2019. Disponível em: <https://www.globenewswire.com/news-release/2019/07/22/1885967/0/en/Insights-Into-the-Global-Spirulina-Market-2019-to-2025-Projecting-a-CAGR-of-10-6-Over-the-Forecast-Period.html>. Acesso em: 14 dez. 2019 11:45:00

RIBEIRO, C. A.; BRETANHA, C. C.; GIACOBBO, G.; SOUZA, M. M.; FURLONG, E. B. Compostos fenólicos extraídos de fontes naturais aplicados como conservadores em massas de pizza. **Revista de Ciência e Inovação IF Farroupilha**, v. 1, n. 1, p. 129-138, 2016.

ROMUALDO, G. R.; FRAGOSO, M. F.; BORGUINI, R. G.; SANTIAGO, M. C. P. A.; FERNANDES, A. A. H.; BARBISAN, L. F. Protective effects of spray-dried açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) fruit pulp against initiation step of colon carcinogenesis. **Food Research International**, v. 77, p. 432–440, 2015.

RUFINO, M. S. M., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., ARRANZ, S., ALVES, R. E., BRITO, E. S., OLIVEIRA, M. S. P. Açaí (*Euterpe oleracea*) ‘BRS Pará’: A tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**, v. 44, 2100–2106, 2011.

SADOWSKA-KRĘPA, E., KŁAPCIŃSKA, B., PODGÓRSKI, T., SZADE, B., TYL, K., HADZIK, A. Effects of supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry-based juice blend on the blood antioxidant defence capacity and lipid profile in junior hurdlers. A pilot study. **Biology of Sport**, v. 32, n. 2, p. 161–168, 2015.

SANTOS-SÁNCHEZ, F. N.; SALAS-CORONADO, R.; VILLANUEVA-CAÑONGO, C.; HERNÁNDEZ-CARLOS, B. Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism. **Antioxidants**, 2019. v. i, p. 13.

SANTOS, T. D.; FREITAS, B. C. B.; MOREIRA, J. B.; ZANFONATO, K.; COSTA, J. A. V. Development of powdered food with the addition of *Spirulina* for food supplementation of the elderly population. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 37, p. 216–220, 2016.

SENTKO, A.; WILLIBALD-ETTLE, I. Isomalt. In: K. O'DONNELL, & M. W. KEARSLEY (Eds.). **Sweeteners and sugar alternatives in food technology**. 2.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. p. 242-274.

SHAFIUR RAHMAN, M.; AL-MAHROUQI, A. I. Instrumental texture profile analysis of gelatin gel extracted from grouper skin and commercial (bovine and porcine) gelatin gels. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n 7, p. 229–242, 2009.

SHANTAKUMARI, N.; ELDEEB, R. A.; IBRAHIM, S.; SREEDHARAN, J.; OTOUM, S. Effect of PUFA on patients with hypertension: A hospital based study. **Indian Heart Journal**, v. 66, n.4, p. 408–414, 2014.

SHARMA, M.; DWIVEDI, P.; SINGH- RAWAT, A.K.; DWIVEDI, A. K. Nutrition nutraceuticals: a proactive approach for healthcare. **Nutraceuticals**. [s.l.]: Elsevier, 2016. p. 79–116.

SILVA, C. K; MASTRANTONIO, D.COSTA, J.A.V; MORAIS,.M.G. Innovative pH sensors developed from ultrafine fibers containing açaí (*Euterpe oleracea*) extract. **Food Chemistry**, v. 294, n° April, p. 397–404, 2019.

SILVA, L. B.; ANNETTA, F. E.; ALVES, A. B.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L.; SILVA, M. G.; EFRAIM, P. Effect of differently processed açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) on the retention of phenolics and anthocyanins in chewy candies. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 12, p. 2603–2612, 2016a.

SILVA, L. B.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L.; FONSECA, R. C.; GERMER, S. P.; EFRAIM, P. Chewy candy as a model system to study the influence of polyols and fruit pulp (açaí) on texture and sensorial properties. **LWT- Food Science and Technology**, v. 65, p.268–274, 2016b.

SILVA, R. C.; BATISTA, A.; FERRAZ, D. C.; MOURA-NUNESA, N.; CORREA, J.; AGUIAR, C.; CASTRO, A.; BELTRAME, J. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) seed flour prevents obesity-induced hepatic steatosis regulating lipid metabolism by increasing cholesterol excretion in high-fat diet-fed mice. **Food Research International**, v. 111, p. 408–415, 2018.

SILVEIRA, S. T.; BURKERT, J. F. M.; COSTA, J. A. V.; BURKERT, C. A. V.; KALIL, S. J. Optimization of phycocyanin extraction from *Spirulina platensis* using factorial design. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 8, p. 1629-1634, 2007.

SONI, R. A.; SUDHAKAR, K.; RANA, R. S. *Spirulina* – From growth to nutritional product: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 69, p. 157–171, 2017.

SOUZA, M. M.; PRIETTO, L.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, T. D.; FURLONG, E. B. Assessment of the antifungal activity of *Spirulina platensis* phenolic extract against *Aspergillus flavus*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, 2011.

SPENCE, C. On the psychological impact of food colour. **Flavour**, v. 4, n. 1, p. 21, 2015.

STICH, E. Food Color and Coloring Food: Quality, Differentiation and Regulatory Requirements in the European Union and the United States. In: R. CARLE; R. SCHWEIGGERT (Eds.). **Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages**. 1.ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. p.3 27.

TECHNAVIO. Global Jelly Candies (Gummies) Market 2018 – 2022. [S.1]: 2019. Disponível em: <https://www.businesswire.com/news/home/20190102005510/en/Global-Jelly-Candies-Gummies-Market-2018-2022-Growth>. Acesso em: 12 dez. 2019 16:34:00.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008.

TOMASELLI, L. Morphology, Ultrastructure and Taxonomy of *Arthrospira (Spirulina) maxima* and *Arthrospira (Spirulina) platensis*. In: Vonshak, A. (Ed.). *Spirulina Platensis Arthrospira*. London: CRC Press, 1997, p.1-16.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. **Food Research International**, v. 43, n. 3, p. 907–914, 2010.

TRASANDE, L.; SHAFFER, R. M.; SATHYANARAYANA, S. AAP COUNCIL ON ENVIRONMENTAL HEALTH. Food Additives and Child Health. **Pediatrics**, v. 142, n. 2, 2018.

VALENTIN, D.; CHREA, C.; NGUYEN, D. H. Taste-odour interactions in sweet taste perception. In: Spinalle, W.J. (Eds.). **Optimising Sweet Taste in Foods**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. p.66-81.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOLA, J.; CRONIN, M.T.D., MAZURA, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 39, n1, p. 44–84, 2007.

VAZ, B.; MOREIRA, J.; MORAIS, M.G.; COSTA, J.A.V. Microalgae as a new source of bioactive compounds in food supplements. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 73–77, 2016.

VO, T.-S.; NGO, D.-H.; KIM, S.-K. Nutritional and Pharmaceutical Properties of Microalgal *Spirulina*. **Handbook of Marine Microalgae**. Elsevier, 2015. p. 299–308.

WAGNER, H.; ULRICH-MERZENICH, G. Synergy research: Approaching a new generation of phytopharmaceuticals. **Phytomedicine**, v. 16, nº 2–3, p. 97–110, 2009.

WAN, D.; WU, Q.; KUČA, K. *Spirulina*. **Nutraceuticals: Efficacy, Safety and Toxicity**, p. 569–583, 2016.

WANG, S.; MECKLING, K.; MARCONE, F.; KAKUDA, Y.; TSAO, R.. Synergistic, additive, and antagonistic effects of food mixtures on total antioxidant capacities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n.3, p. 960–968, 2011.

WONG, D. Y. S.; MUSGRAVE, I. F.; HARVEY, B. S.; SMID, S. D. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry extract exerts neuroprotective effects against β -amyloid exposure in vitro.

Neuroscience Letters, v. 556, p. 221–226, 2013.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guideline : Sugars intake for adults and children.** Geneva, 2015. Disponível em: http://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugars_intake/en/ Acesso em: 12 de set. 2018, 16:20:00

XIE, C.; KANGA, J.; BURRIS, R.; FERGUSON, M. E.; SCHAUSS, A. G.; NAGARAJAN, S.; WU, X. Açai juice attenuates atherosclerosis in ApoE deficient mice through antioxidant and anti-inflammatory activities. **Atherosclerosis**, v. 216, n. 2, p. 327–333, 2011

YAMAGUCHI, K. K. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon açai: chemistry and biological activities: A Review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137–151, 2015.

YAMAGUCHI, S. K. F.; MOREIRA, J. B; COSTA, J. A. V; SOUZA, K. C.; BERTOLI, S. L.; CARVALHO, L. F. Evaluation of adding *Spirulina* to freeze-dried yogurts before fermentation and after freeze-drying. **Industrial Biotechnology**, v. 15, n2, p. 89–94, 2019.

YOUSEFI, R.; MOTTAGHI, A.; SAIDPOUR, A. *Spirulina platensis* effectively ameliorates anthropometric measurements and obesity-related metabolic disorders in obese or overweight healthy individuals: A randomized controlled trial. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 40, p. 106–112, 2018.

YUYAMA, L. K. O., AGUIAR, J. P. L., SILVA FILHO, D. F., YUYAMA, K., JESUS VAREJÃO, M. DE, FÁVARO, D. I. T., CARUSO, M. S. F. Caracterização físico-química do suco de açai de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Acta Amazonica**, v.41,n. 4, p. 545–552, 2011.

ZAID, A. A. A.; HAMMAD, D. M.; SHARAF, E. M. Antioxidant and Anticancer Activity of *Spirulina platensis* Water Extracts. **International Journal of Pharmacology**, [v. 11, n.7, p. 846–851, 2015.

ZAFRA-STONE, S.; YASMIN, T.; BAGCHI, M.; CHATTERJEE, A.; VINSON, J.A.; BAGCHI, D.. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 51, n 6, p. 675–683, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Ficha de avaliação sensorial das balas de goma

Nome: _____		Sexo: ()F ()M		Data: __/__/__		Idade: _____	
Você está recebendo amostra de bolo de açaí. Avalie a amostra quanto a SABOR, TEXTURA, COR, AROMA e AVALIAÇÃO GLOBAL e, após indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou da amostra.							
Amostra: _____				9 - gostei muitíssimo 8 - gostei muito 7 - gostei moderadamente 6 - gostei pouco 5 - nem gostei / nem desgostei 4 - desgostei pouco 3 - desgostei moderadamente 2 - desgostei muito 1 - desgostei muitíssimo			
		NOTA					
AVALIAÇÃO GLOBAL: _____							
SABOR: _____							
TEXTURA: _____							
COR: _____				Se este produto estivesse no mercado, você: ☐ Certamente compraria ☐ Provavelmente compraria ☐ talvez compraria/talvez não compraria ☐ Provavelmente não compraria ☐ Certamente não compraria			
AROMA: _____							
Comentários: _____							

APÊNDICE 2 - Termo de consentimento para avaliação sensorial das balas de goma enriquecidas com *Spirulina* sp. LEB 18



Universidade Federal do Rio Grande
Universidade Federal da Bahia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(para maiores de 18 anos)

Título do projeto:

Cultivo de microalgas no Brasil: segurança alimentar, desenvolvimento sustentável e alternativas de trabalho e renda.

Objetivo:

Contribuir para o desenvolvimento de um sistema de produção de microalgas social, ambiental e economicamente viável e sustentável, através da introdução de alimentos enriquecidos com *Spirulina* na alimentação escolar.

Descrição dos procedimentos:

Uma ficha de avaliação contendo duas perguntas será entregue para saber o quanto a Sra. (Sr.) gostou do produto e se a Sra. (Sr.) compraria o produto. Para avaliação do quanto a Sra. (Sr.) gostou do produto será utilizada uma escala de nove pontos, tendo em um extremo a qualificação “desgostei muitíssimo” e na outra extremidade “gostei muitíssimo”. A escala utilizada para avaliar a intenção de compra será de cinco pontos, variando de “certamente compraria” a “certamente não compraria” o produto.

Cada participante receberá uma amostra do produto enriquecido com *Spirulina* e será solicitado aos julgadores que provem cada amostra e deem sua opinião. O procedimento terá o tempo de duração de aproximadamente 10 minutos para a degustação da amostra. Além da ficha de avaliação, o julgador receberá água mineral para lavagem da cavidade oral e neutralização do paladar.

Durante a sua participação, você poderá recusar a responder a qualquer pergunta.

Benefícios, desconfortos e riscos:

A participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Ao participar desta pesquisa os julgadores receberão informações sobre o produto que irão avaliar, ficando claro que é enriquecido com microalga *Spirulina*. A microalga *Spirulina* é uma fonte proteica alternativa muito usada como complemento alimentar humano, pois apresenta alta digestibilidade e alto teor proteico (65% em base seca). Essa microalga também é composta por lipídios, ácidos graxos essenciais (ômega 3 e 6), ficocianina, carotenoides, minerais, vitaminas, biopeptídios, aminoácidos essenciais e compostos fenólicos. O maior benefício desta pesquisa será disponibilizar, na alimentação escolar, alimentos enriquecidos com *Spirulina* que possam melhorar o estado nutricional das crianças.

Os procedimentos usados oferecem riscos mínimos, sendo o principal a indisposição de algum participante na cabine de provadores. Caso o julgador sinta algum desconforto ou apresente outros problemas, como alergia a proteína do glúten ou intolerância a lactose, solicita-se que informe à equipe de pesquisa, para que possa ser conduzido por um dos avaliadores ao ambulatório do Campus Carreiros, que está localizado na Avenida Itália, km 08, CEP 96201-900. Se necessário, após atendimento no ambulatório do Campus Carreiros, o avaliador irá acompanhar o julgador ao Pronto Atendimento do Hospital Universitário da FURG, Rua Visconde de Paranaguá, 102 - Centro, Rio Grande - RS, CEP 96200-190.

Garantia de acesso:

Caso tenha qualquer dúvida, em qualquer etapa do estudo, solicite esclarecimentos ao entrevistador, e/ou à Coordenação do projeto – Prof. Jorge Alberto Vieira Costa, Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 8, CEP: 96.201-900 - Fone (53) 3233.6908/ e-mail: jorgealbertovc@gmail.com.

Retirada de consentimento:

É garantida, a qualquer momento, a liberdade da retirada de consentimento de participar do estudo, sem que ocorra qualquer prejuízo ao Sr (Sra.).

Confidencialidade:

Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente os pesquisadores e/ou coordenador do projeto (e/ou equipe de pesquisa) terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo até que os resultados dessa

pesquisa sejam publicados. Todo material desta pesquisa ficará sob responsabilidade do coordenador deste estudo, Prof. Dr. Jorge Alberto Vieira Costa, e será armazenado no Laboratório de Engenharia Bioquímica da FURG, por período de 5 anos.

Informações sobre o andamento do projeto:

O Sr (Sra.) tem o direito de acompanhar os resultados parciais obtidos na pesquisa. Os responsáveis da pesquisa estarão à disposição para apresentar os resultados.

Despesas e compensações:

Não haverá despesas pessoais para os participantes em qualquer fase do estudo. Também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação.

Compromisso do pesquisador

O pesquisador se compromete a utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa, bem como, em utilizar ingredientes de qualidade segura e em desenvolver os alimentos em condições de processamento de acordo com as especificações de Boas Práticas de Fabricação.



Universidade Federal do Rio Grande
Universidade Federal da Bahia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG _____, declaro ter sido informado (a) e estar devidamente esclarecido (a) sobre os objetivos e intenções deste estudo que é contribuir para a análise sensorial dos alimentos enriquecidos com *Spirulina*, a partir de testes de aceitação e intenção de compra. Recebi garantia total de sigilo e de obter esclarecimentos sempre que o desejar. Sei que minha participação está livre de despesas. Concordo em participar voluntariamente deste estudo e sei que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo ou perda de qualquer natureza.

Assinatura _____

Local: _____, _____ de _____ de 201__

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Eu, Jorge Alberto Vieira Costa, responsável pelo projeto, ou o meu representante declaramos que obtivemos espontaneamente o consentimento deste participante para realizar este estudo.

Assinatura _____ / ____/ ____/ _____

Professor Jorge Alberto Vieira Costa, Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 8, CEP: 96.201-900 - Fone (53) 3233.6908/ e-mail: jorgealbertovc@gmail.com.

Comitê de Ética em Pesquisa na Área da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande (CEPAS/FURG), Rua Visconde de Paranaguá 102, Hospital Universitário Dr. Miguel Riet Corrêa Júnior 1º Andar, CEP: 96201-900, telefone (53) 32374652.

APÊNDICE 3 - Termo de consentimento para avaliação sensorial das balas de goma enriquecidas com polpa de açaí liofilizada



Universidade Federal do Rio Grande
Laboratório de Engenharia Bioquímica



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(para maiores de 18 anos)

Título do projeto:

CVT's das Agrobiodiversidades Bailique – Rio Grande

Objetivo:

Contribuir para o desenvolvimento econômico e sustentável das Comunidades do Arquipélago do Bailique, através da elaboração de alimentos com a superfruta açaí.

Descrição dos procedimentos:

Uma ficha de avaliação contendo duas perguntas será entregue para saber o quanto a Sra. (Sr.) gostou do produto e se a Sra. (Sr.) compraria o produto. Para avaliação do quanto a Sra. (Sr.) gostou do produto será utilizada uma escala de nove pontos, tendo em um extremo a qualificação “desgostei muitíssimo” e na outra extremidade “gostei muitíssimo”. A escala utilizada para avaliar a intenção de compra será de cinco pontos, variando de “certamente compraria” a “certamente não compraria” o produto.

Cada participante receberá uma amostra do produto adicionado de açaí e será solicitado aos julgadores que provem cada amostra e deem sua opinião. O procedimento terá o tempo de duração de aproximadamente 10 minutos para a degustação da amostra. Além da ficha de avaliação, o julgador receberá água mineral para lavagem da cavidade oral e neutralização do paladar.

Durante a sua participação, você poderá recusar a responder a qualquer pergunta.

Benefícios, desconfortos e riscos:

A participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Ao participar desta pesquisa os julgadores receberão informações sobre o produto que irão avaliar, ficando claro que é adicionado de açaí. O açaí é uma fruta nativa da região amazônica brasileira, cujos benefícios estão relacionados ao elevado conteúdo de nutrientes como proteínas, lipídios, fibras, além de biocompostos como antocianinas e carotenoides. O açaí oriundo das Comunidades Tradicionais do Bailique (ACTB) é o primeiro açaí certificado *Forest Stewardship Council* (FSC) do mundo, que garante que este produto está dentro das normas de Boas Práticas de Manejo, além da garantia da qualidade do fruto obtido.

Os procedimentos usados oferecem riscos mínimos, sendo o principal a indisposição de algum participante na cabine de provadores. Caso o julgador sinta algum desconforto durante a realização da pesquisa ou apresente outros problemas, como alergia a proteína do glúten ou intolerância a lactose, solicita-se que informe à equipe de pesquisa. Neste caso, um dos integrantes da equipe prestará apoio integral e gratuito, o conduzindo para ser atendido no ambulatório do Campus Carreiros, que está localizado na Avenida Itália, km 08, CEP 96201-900. Se necessário, após atendimento no ambulatório do Campus Carreiros, o avaliador irá acompanhar o julgador ao Pronto Atendimento do Hospital Universitário da FURG, Rua Visconde de Paranaguá, 102 - Centro, Rio Grande - RS, CEP 96200-190. Cabe ressaltar que o atendimento, em caso de qualquer evento adverso relacionado à pesquisa será integral e gratuito para o participante.

Garantia de acesso:

Caso tenha qualquer dúvida, em qualquer etapa do estudo, solicite esclarecimentos ao entrevistador, e/ou ao Coordenador do projeto – Prof. Jorge Alberto Vieira Costa, Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 8, CEP: 96.201-900 - Fone (53) 3233.6908/ e-mail: jorgealbertovc@gmail.com.

Retirada de consentimento:

É garantida, a qualquer momento, a liberdade da retirada de consentimento de participar do estudo, sem que ocorra qualquer prejuízo ao Sr (Sra.).

Confidencialidade:

Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente os pesquisadores e/ou coordenador do projeto (e/ou equipe de pesquisa) terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo até que os resultados dessa pesquisa sejam publicados. Todo material desta pesquisa ficará sob responsabilidade do

coordenador deste estudo, Prof. Dr. Jorge Alberto Vieira Costa, e será armazenado no Laboratório de Engenharia Bioquímica da FURG, por período de 5 anos.

Informações sobre o andamento do projeto:

O Sr (Sra.) tem o direito de acompanhar os resultados parciais obtidos na pesquisa. Os responsáveis da pesquisa estarão à disposição para apresentar os resultados.

Despesas e compensações:

Não haverá despesas pessoais para os participantes em qualquer fase do estudo. Também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação.

Compromisso do pesquisador

O pesquisador se compromete a utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa, bem como, em utilizar ingredientes de qualidade segura e em desenvolver os alimentos em condições de processamento de acordo com as especificações de Boas Práticas de Fabricação.



Universidade Federal do Rio Grande
Laboratório de Engenharia Bioquímica



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG _____, declaro ter sido informado (a) e estar devidamente esclarecido (a) sobre os objetivos e intenções deste estudo que é contribuir para a análise sensorial dos alimentos adicionados de açaí, a partir de testes de aceitação e intenção de compra. Recebi garantia total de sigilo e de obter esclarecimentos sempre que o desejar. Sei que minha participação está livre de despesas. Concordo em participar voluntariamente deste estudo e sei que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo ou perda de qualquer natureza.

Assinatura _____

Local: _____, _____ de _____ de 201__

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Eu, Jorge Alberto Vieira Costa, responsável pelo projeto, ou o meu representante declaramos que obtivemos espontaneamente o consentimento deste participante para realizar este estudo.

Assinatura _____ / ____ / ____

Professor Jorge Alberto Vieira Costa, Universidade Federal do Rio Grande, Avenida Itália, km 8, CEP: 96.201-900 - Fone (53) 3233.6908/ e-mail: jorgealbertovc@gmail.com.

Comitê de Ética em Pesquisa na Área da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande (CEPAS/FURG), Rua Visconde de Paranaguá 102, Hospital Universitário Dr. Miguel Riet Corrêa Júnior 1º Andar, CEP: 96201-900, telefone (53) 32374652.

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Título da Pesquisa: Cultivo de microalgas no Brasil: Segurança Alimentar, Desenvolvimento Sustentável e Alternativas de Trabalho e Renda

Pesquisador: Jorge Alberto Vieira Costa

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 54807815.9.0000.5324

Instituição Proponente: Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande -

Patrocinador Principal: COORDENACAO GERAL DE RECURSOS LOGISTICOS/ MCTI

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.444.029

Considerações Finais a critério do CEP:

PARECER Nº 160/2019

CEPAS E10/2019

PARECER DO CEPAS:

O Comitê, considerando tratar-se de um trabalho relevante, o que justifica seu desenvolvimento, emitiu o parecer de APROVADO para a emenda ao projeto: "Cultivo de microalgas no Brasil: segurança alimentar, desenvolvimento sustentável e alternativas de trabalho e renda".

Segundo normas da CONEP, deve ser enviado relatório final de acompanhamento ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme modelo disponível na página <http://www.cepas.furg.br>.

Data de envio do relatório final: 31/12/2020

Após aprovação, os modelos de autorizações e ou solicitações apresentados no projeto devem ser re-enviados ao Comitê de Ética em Pesquisa devidamente assinados.

Rio Grande, RS, 27 de junho de 2019.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO GRANDE, 08 de Julho de 2019

Assinado por:
Eli Sinnott Silva
(Coordenador(a))

APÊNDICE 5- Parecer nº 114/2019 do comitê de ética em pesquisa.**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: CVTs das Agrobiodiversidades Bailique - Rio Grande

Pesquisador: Jorge Alberto Vieira Costa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 09017319.9.0000.5324

Instituição Proponente: Escola de Química e Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande -

Patrocinador Principal: COORDENACAO GERAL DE RECURSOS LOGISTICOS/ MCTI

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.359.809

Considerações Finais a critério do CEP:

PARECER Nº 114/2019

CEPAS 20/2019

Processo: 23116.001672/2019-59

PARECER DO CEPAS:

O Comitê, considerando tratar-se de um trabalho relevante, o que justifica seu desenvolvimento, bem como o atendimento à pendência informada no parecer 38/2019, emitiu o parecer de APROVADO para o projeto: "CVTs das Agrobiodiversidades Bailique - Rio Grande".

Segundo normas da CONEP, deve ser enviado relatório final de acompanhamento ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme modelo disponível na página <http://www.cepas.furg.br>.

Data de envio do relatório final: 31/12/2020.

Após aprovação, os modelos de autorizações e ou solicitações apresentados no projeto devem ser re-enviados ao Comitê de Ética em Pesquisa devidamente assinados.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

RIO GRANDE, 31 de Maio de 2019

Assinado por:
Eli Sinnott Silva
(Coordenador(a))