



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

RODOLFO RICKEN DO NASCIMENTO

**BALA DE GOMA ACÁCIA COM POTENCIAL PREBIÓTICO
ACRESCIDA DE PROBIÓTICO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA E EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

Londrina
2022

RODOLFO RICKEN DO NASCIMENTO

**BALA DE GOMA ACÁCIA COM POTENCIAL PREBIÓTICO
ACRESCIDA DE PROBIÓTICO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA E EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Helena Prudencio.

Londrina
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

N244b Nascimento, Rodolfo Ricken do.
Bala de goma acácia com potencial prebiótico acrescida de probiótico : caracterização físico-química e efeito do tempo de armazenamento / Rodolfo Ricken do Nascimento. - Londrina, 2022.
72 f. : il.

Orientador: Sandra Helena Prudencio.
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2022.
Inclui bibliografia.

1. Alimento funcional - Tese. 2. Confeito simbiótico - Tese. 3. Fibra alimentar - Tese. 4. Limosilactobacillus reuteri - Tese. I. Prudencio, Sandra Helena . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 641.1

RODOLFO RICKEN DO NASCIMENTO

**BALA DE GOMA ACÁCIA COM POTENCIAL PREBIÓTICO
ACRESCIDA DE PROBIÓTICO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA E EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sandra Helena Prudencio
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Dirlei Diedrich Kieling
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Tatiana Colombo Pimentel
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 19 de Abril de 2022.

Agradecimentos

Ao concluir o presente trabalho, deixo meus mais sinceros agradecimentos à Deus, que me deu forças e perseverança para atingir o objetivo da presente pesquisa. À minha orientadora, professora Dra. Sandra Helena Prudencio, por me oportunizar a possibilidade de realizar esse trabalho. À coorientadora desta pesquisa, professora Dra. Sandra Garcia, que me auxiliou prontamente com as dúvidas independente do horário. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos que permitiu a execução do projeto. Ao departamento de Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, por oportunizar a realização deste sonho. À minha família, pelo carinho e suporte ao longo da realização do projeto. A todos aqueles que de alguma forma me auxiliaram no processo, meus mais profundos agradecimentos.

NASCIMENTO, RODOLFO RICKEN. **Bala de goma acácia com potencial prebiótico acrescida de probiótico: caracterização físico-química e efeito do tempo de armazenamento.** 2022. 73 páginas. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2021.

RESUMO

A crescente busca da população por qualidade de vida e saúde é força motriz da inovação na indústria de alimentos. Nesse sentido, alimentos com propriedades funcionais e de saúde, se apresentam como alternativa ao consumidor. O presente estudo teve como foco o desenvolvimento de um confeito (bala de goma acácia) com propriedades benéficas à saúde (atividades antioxidante, probiótica e prebiótica) e verificar sua estabilidade frente ao trato gastrointestinal e armazenamento em temperatura ambiente. Para tanto foi desenvolvida uma bala de goma acácia saborizada com óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus Stapf*). Preliminarmente a bala foi enriquecida com microcápsulas de duas culturas probióticas (*Lactocaseibacillus casei* ou *Limosilactobacillus reuteri*) a fim de averiguar a adaptabilidade dos microrganismos ao confeito, durante 28 dias de armazenamento em temperatura ambiente (26 - 28 °C). Ao fim dos testes preliminares, a bala enriquecida com *L. reuteri* apresentou melhores resultados e foi escolhida como alvo dos estudos seguintes. O confeito selecionado foi submetido às mesmas condições de armazenamento do teste preliminar, sendo novamente averiguada a sobrevivência da bactéria (*L. reuteri*) na bala e frente às condições simuladas do trato gastrointestinal. Ademais, teve a composição química, parâmetros de cor e textura, parâmetros higiênico-sanitários e atividade antioxidante aferidos. A taxa de sobrevivência do *L. reuteri*, tanto na bala, quanto no trato gastrointestinal simulado, não sofreu variação ($p > 0,05$) ao longo do armazenamento, tendo por resultados finais respectivamente 7,50 log UFC/g e 7,10 log UFC/g. No decorrer do armazenamento, a presença de microrganismos patógenos (*Salmonella* sp. e coliformes totais e termotolerantes) na bala foi aferida gradativamente, certificando a viabilidade do consumo do produto. Não houve variação na composição química ($p > 0,05$) da bala ao longo do armazenamento, apresentando teores médios de 43,3% de umidade, 0,64% de cinzas, 6,7% de proteínas, 12% de fibras alimentares, 6% de açúcares e 30% de carboidratos. A atividade de água da bala (0,96) se manteve estável ($p > 0,05$) durante o período avaliado. Durante o estudo notou-se que os parâmetros acidez titulável e pH sofreram variação ($p < 0,05$). O confeito elaborado no presente estudo se mostrou estável em relação aos parâmetros de textura, tendo apenas variação na coesividade ($p < 0,05$). Ao longo do armazenamento a coloração da bala sofreu alteração significativa, tornando-se mais alaranjada. O presente estudo ainda demonstrou que a bala de goma acácia apresenta boa atividade antioxidante. É possível afirmar que o confeito (bala) idealizado nessa pesquisa apresenta-se como boa alternativa de alimento com propriedades funcionais e de saúde, promovendo melhor qualidade de vida aos consumidores.

Palavras-chave: Alimento funcional; Confeito simbiótico; Fibra alimentar; *Limosilactobacillus reuteri*; Óleo essencial de capim-limão; Atividade antioxidante.

NASCIMENTO, RODOLFO RICKEN Acacia gum candy with probiotic and prebiotic potential: physicochemical characterization and storage time effect. 2022. 73 pages. Dissertation (Master's degree in Food Science) – State University of Londrina. Londrina, 2021.

ABSTRACT

The growing search of the population for life quality and health is the driving force of innovation in the food industry. In this sense, foods with functional and health properties, present as an alternative to the customer. The present study had as focus the development of a candy (Acacia gum) with beneficial properties to health (antioxidant, prebiotic and probiotic activities) and verify its stability towards simulated gastrointestinal tract and storage at ambience temperature. For that an acacia gum candy flavored with lemon grass essential oil (*Cymbopogon citratus Stapfl*) was developed. Preliminarily the gum was enriched with microcapsules of two probiotic cultures (*Lacticaseibacillus casei* or *Limosilactobacillus reuteri*) in order to ascertain the adaptability of the microorganisms to the confectionery produced during 28 days of storage in ambience temperature (26 – 28°C). At the end of the preliminary tests the enriched gum with *L. reuteri* presented better results and was chosen as target of the following studies. The selected candy was once more subjected to the same previous storage process, being again verified the survival of the bacteria (*L. reuteri*) in the gum against the simulated gastrointestinal tract conditions. In addition, chemical composition, parameters of color and texture, sanitary-hygienic parameters and antioxidant activities were gauged. The survival rate of *L. reuteri*, both in the gum and in the simulated gastrointestinal tract, did not suffer variation ($p > 0.05$) during the storage period, having as results respectively 7.50 log UFC/g and 7.10 log UFC/g. During storage, the presence of pathogen microorganisms (*Salmonella sp.* and thermotolerant and total coliforms) in the gum were gradually verified, certifying the safety of to consume the product. There were no variations in the chemical composition ($p > 0.05$) of the gum during storage, presenting average contents of 43.3% (w/w) of moisture, 0.64% (w/w) of ashes, 6.7% (w/w) of proteins, 12% (w/w) of dietary fiber, 6% (w/w) of sugars and 30% (w/w) of carbohydrates. The water activity in the candy (0.96) remained steady ($p > 0.05$) during the assessed period. During the study it was noted that the titratable acidity and pH parameters suffered variation ($p < 0.05$). The elaborated candy in the present study proved stable in relation to the texture parameters, having only variations in cohesiveness ($p < 0.05$). Throughout storage the coloration of the gum suffered significant change, becoming more orange. The present study also demonstrated that the acacia gum presents good antioxidant activity. It's possible to affirm that the comfit (candy) idealized in this research presents as good alternative of food with functional and health properties, promoting a better quality of life to its customers.

Keywords: functional food; symbiotic candy; dietary fiber; *Limosilactobacillus reuteri*; lemon grass essential oil; antioxidant activity.

Lista de figuras

Figura 1. Avaliação da sobrevivência das bactérias probióticas <i>L. casei</i> e <i>L. reuteri</i> nas quatro formulações preliminares da bala armazenadas durante 28 dias em duas temperaturas	42
Figura 2. Variação na contagem de <i>L. reuteri</i> (log UFC/g) durante o armazenamento da bala em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	44
Figura 3. Contagem de <i>L. reuteri</i> (log UFC/g), após a completa digestão da bala em condições simuladas do trato gastrointestinal, durante o armazenamento da bala em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	46
Figura 4. Variação na composição química da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	48
Figura 5. Variação nos teores de açúcares totais, redutores e não redutores da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)	49
Figura 6. Variação no conteúdo de fibras alimentares da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	50
Figura 7. Variação no pH e acidez titulável da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	51
Figura 8. Variação na atividade de água da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	53
Figura 9. Variação no perfil de textura da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	55
Figura 10. Variação nos parâmetros L*, a* e b* da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	56
Figura 11. Variação da capacidade antioxidante da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulação base da bala de goma acácia.....	35
Tabela 2. Composições das formulações preliminares e temperatura de armazenamento da bala.....	36
Tabela 3. Avaliação do efeito prebiótico da goma acácia	41
Tabela 4. Avaliação da segurança microbiológica da bala durante armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C).....	45

Lista de abreviaturas e siglas

ABICAB	Associação brasileira da indústria de chocolates, amendoins e balas
ABTS	2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
ANR	Açúcar não-redutor
ANVISA	Agência nacional de vigilância sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemistry
AR	Açúcar redutor
AT	Açúcar total
DCNT	Doenças crônicas não-transmissíveis
DPPH	2,2-Diphenyl-1-(2,4,6-trinitrophenyl)hydrazyl
EROS	Espécies reativas de oxigênio
FAI	Fibra alimentar insolúvel
FAS	Fibra alimentar solúvel
FAT	Fibra alimentar total
FGS	Fluido gástrico simulado
FIS	Fluido intestinal simulado
FOS	Frutoligossacarídeos
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
GOS	Glicoligossacarídeos
IAL	Instituto Adolfo Lutz
NADPH	Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato
OECL	Óleo essencial de capim-limão
OMS	Organização mundial da saúde
RDC	Resolução da diretoria colegiada
TPA	Análise do perfil de textura
XOS	Xiloligossacarídeos

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas.....	5
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 revisão de literatura.....	18
2.1 Balas.....	18
2.2 Ingredientes das balas.....	19
2.3 Funcionalidade dos alimentos: tecnológica e de saúde.....	20
2.4 Probióticos.....	22
2.5 Prebióticos.....	24
2.6 Simbióticos.....	25
2.7 Fibras Alimentares.....	26
2.8 Goma Acácia.....	27
2.9 Capim-Limão.....	29
2.10 Antioxidantes.....	30
2.11 Compostos fenólicos.....	33
3 Material e métodos.....	34
3.1 Extração do Óleo Essencial de Capim-limão.....	34
3.2 Ensaios Preliminares.....	34
3.2.1 Extração do Óleo Essencial de Capim-limão.....	34
3.2.2 Medida da Capacidade Prebiótica da Goma Acácia.....	34
3.2.3 Preparo de microcápsulas probióticas.....	35
3.2.4 Elaboração da bala.....	35
3.2.5 Teste para escolha da cultura prebiótica para formulação da bala.....	36
3.3 Análises das balas.....	37
3.3.1 Composição Química da bala.....	37
3.3.2 Determinação de Acidez titulável e pH.....	37
3.3.3 Determinação de atividade de água.....	37
3.3.4 Determinação de Compostos Fenólicos e Capacidade Antioxidante.....	37
3.3.5 Cor.....	38
3.3.6 Perfil de Textura.....	38
3.3.7 Sobrevivência Das Culturas Probióticos.....	39
3.3.7.1 <i>Sobrevivência das culturas probióticas frente ao armazenamento das balas.....</i>	39
3.3.7.2 <i>Sobrevivência das culturas probióticas frente ao trato gastrointestinal.....</i>	39
3.4 Análise Estatística.....	40
4 Resultados e Discussão.....	41
4.1 Ensaios preliminares.....	41

4.1.1	Avaliação do efeito prebiótico da goma acácia.....	41
4.1.2	Sobrevivência dos microrganismos probióticos nas formulações preliminares da bala.....	42
4.2	Ensaio com a Formulação Seleccionada da Bala.....	44
4.2.1	Análises microbiológicas.....	44
4.2.2	Composição Química da Bala.....	47
4.2.3	Análise de Perfil de Textura e Cor da Bala.....	54
4.2.4	Atividade Antioxidante da Bala.....	57
4.3	Considerações Finais.....	58
5	Conclusão.....	59
	REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) as chamadas Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNTs), como câncer, diabetes, doenças pulmonares e cardiovasculares, são a causa de 71% das mortes ao redor do mundo, principalmente em indivíduos de 30 a 70 anos. Segundo a OMS, no Brasil, 18% dos óbitos são ocasionados por alguma dessas quatro enfermidades (OMS, 2018).

Diante desses eventos, na última década a população tem priorizado sua preocupação com a qualidade da alimentação, valorizando o consumo de produtos capazes de fornecer benefícios à saúde, como os alimentos funcionais. Esses alimentos podem ser assim classificados, de acordo com seu ingrediente bioativo, em: prebióticos, probióticos, simbióticos, antioxidantes, fibras alimentares etc. (GRANATO, et al., 2020).

Os antioxidantes apresentam propriedades diferentes de acordo com o meio no qual se encontram inseridos. Em sistemas biológicos (animal e vegetal), essas substâncias endógenas estão presentes em baixas concentrações, protegendo os tecidos de danos causados por espécies reativas do oxigênio. Já em sistemas alimentares, esses compostos interrompem a reação em cadeia mediada por radicais livres na oxidação de lipídeos, vitaminas, pigmentos e proteínas (antioxidantes primários), que sequestram oxigênio e que complexam íons metálicos (antioxidantes secundários) promovendo a conservação do alimento, mantendo sua qualidade e prolongando seu armazenamento (GULCIN, 2020). Além disso a ingestão de alimentos ricos em compostos com atividade antioxidante promove melhora na qualidade de vida aos consumidores, uma vez que muitos desses componentes são fundamentais no funcionamento de diversas enzimas do metabolismo, além de atuarem na redução do estresse oxidativo no organismo (ANDRADE, 2019; BAGANHA; PEREIRA, 2019).

O capim-limão, também conhecido por capim-santo, capim-de-cheiro ou capim-cidreira, o *Cymbopogon citratus* Stapf, é uma planta aromática, utilizada principalmente com intuítos medicinais, sendo comumente preparado por meio de infusão ou cocção das folhas, para seu posterior consumo na forma de chá. Também tem sido utilizado nas indústrias farmacêuticas, cosmética e de perfumaria. Além disso, há relatos que as folhas de capim-limão apresentam atividades sedativa, depressora do sistema nervoso central, analgésica, antimicrobiana, fungistática e antioxidante (KIELING; PRUDENCIO, 2019; MUKARRAM, et al., 2021).

Devido à crescente procura por alimentos que agreguem benefícios a saúde dos consumidores, a indústria alimentícia viu a necessidade de ampliação do escopo de seus produtos, além dos antioxidantes. Dessa forma a introdução de culturas probióticas em alimentos não lácteos também começou a ser testada, bem como a aplicação de prebióticos.

Por definição, probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro e prebióticos são definidos como ingredientes alimentares não digeríveis que sofrem fermentação seletiva e permitem alterações específicas na composição e/ou atividade da microbiota gastrointestinal, conferindo benefício à saúde e bem-estar do hospedeiro. Produtos elaborados tanto com a adição de probióticos, como com a adição de prebióticos, são conhecidos como simbióticos.

As fibras alimentares consistem em polímeros formados por carboidratos contendo três ou mais unidades monoméricas mais a lignina – um polímero de fenilpropano. As fibras alimentares podem ser divididas em dois grupos: fibras alimentares solúveis e fibras alimentares insolúveis. Os efeitos positivos da fibra alimentar estão relacionados, em parte, ao fato de que uma parcela da fermentação de seus componentes ocorre no intestino grosso, o que produz impacto sobre a velocidade do trânsito intestinal, sobre o pH do cólon e sobre a produção de subprodutos com importante função fisiológica. As fibras normalmente são adicionadas aos alimentos devido a suas propriedades funcionais, pois algumas atuam como agentes prebióticos, e também por suas propriedades tecnológicas, por atuarem como agentes texturizantes, geleificantes, emulsificantes, etc. (JEĐRUSEK-GOLIŃSKA, et al. 2019).

A goma acácia, ou goma arábica, como também é conhecida, é um material heterogêneo composto principalmente por cadeias de polissacarídeos e também proteínas, considerada fibra alimentar e vem sendo citada como potencial agente prebiótico (NAKOV et al. 2015). Boa parte da produção mundial dessa goma tem por finalidade a fabricação de caramelos, balas, gomas e pastilhas, pois nesses produtos ela previne a cristalização da sacarose, além de emulsificar e distribuir os componentes de gordura. Possui compatibilidade com altas concentrações de açúcar, sendo empregada em produtos altamente açucarados e com baixo teor de água. É comumente utilizada com outros polissacarídeos devido à baixa viscosidade de sua dispersão (DAOUB, et al., 2018; RHAZI, et al., 2020; SILVA, 2014).

A bala de goma é uma matriz alimentar apropriada para receber um agente com potencial ação prebiótica, como a goma acácia, que também apresenta propriedades texturizantes e inibição da cristalização de açúcares; adição de culturas probióticas que promovam o equilíbrio da saúde da microbiota intestinal do consumidor e ainda conter óleo essencial de capim-limão como saborizante e com propriedades antioxidantes. Considerando-se essas alegações, a elaboração de um confeito, bala de goma, com propriedades funcionais de saúde originadas dos ingredientes mencionados, apresenta-se como alternativa viável para contribuir com a redução do risco de desenvolvimento de DCNTs.

É importante ressaltar que o mercado interno brasileiro de confeitos tem se mantido estável nos últimos anos, tendo produzido mais de 200 mil toneladas de bala em 2019. Anualmente um brasileiro adulto consome aproximadamente 1,5 kg de balas. Mesmo com a

pandemia da Covid-19, o mercado brasileiro de balas teve um superávit de 64,6 milhões de reais em 2020.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Elaborar bala de goma com potenciais propriedades benéficas à saúde, como atividades antioxidantes, probióticas e prebióticas, avaliar seus parâmetros físico-químicos e sua estabilidade funcional de saúde frente ao trato gastrointestinal e ao tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair o óleo essencial de capim-limão;
- Determinar o potencial prebiótico da goma acácia;
- Avaliar *in vitro* a sobrevivência de duas culturas probióticas (*Lactobacillus casei* e *Limosilactobacillus reuteri*) frente ao trato gastrointestinal simulado
- Formular e avaliar duas balas de goma acácia adicionadas das duas culturas probióticas (*Lactobacillus casei* ou *Lactobacillus reuteri*) e óleo essencial de capim-limão para escolha da cultura a ser empregada na formulação final da bala;
- Apurar os padrões higiênico-sanitários das balas por meio de análises microbiológicas;
- Averiguar a composição química do produto elaborado;
- Verificar as alterações de cor, textura, pH e acidez titulável, bem como açúcares redutores e totais da bala ao longo do tempo de armazenamento da bala;
- Avaliar a sobrevivência das bactérias probióticas ao longo do tempo de armazenamento da bala;
- Analisar a atividade antioxidante e de compostos fenólicos presentes no produto elaborado durante seu armazenamento;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BALAS

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados (ABICAB, 2020), um adulto no Brasil consome em média 1,4 kg de balas ao longo de um ano. O mercado interno brasileiro tem apresentado certa estabilidade nos últimos anos, tendo produzido 214 mil toneladas de balas em 2020, com crescimento de 12% na exportação e queda de aproximadamente 10% na importação. Em 2020, em meio à pandemia da Covid-19, o mercado brasileiro de balas teve um superávit de 64,6 milhões de reais.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da RDC Nº 265 de 22 de setembro de 2005, define bala como produto constituído por açúcar e outros ingredientes, podendo conter recheio, cobertura, formato e consistência variados. Unoki, Silva e Silva (2017) definem bala de goma como produto obtido por meio da cocção de açúcares, que possui características mastigáveis, de lenta dissolução na boca, cuja textura é fornecida pelo agente geleificante, como a goma acácia, ágar, gelatina, pectina e amidos especiais.

O processo de fabricação das balas mastigáveis apresenta semelhança ao da bala dura, diferindo-se basicamente em relação à composição dos ingredientes e temperatura de processamento. As balas mastigáveis são submetidas ao tratamento mecânico conhecido como estiramento; em sua composição são acrescentadas de gordura, apresentam maior teor de umidade residual e temperatura de cozimento inferior ao da bala dura. A bala mastigável pode ser considerada uma emulsão óleo/água, pois necessita da adição de gordura devido a sua elevada quantidade de água, com a finalidade de evitar a aderência nos dentes. O percentual de gordura varia de 3,0 a 10 % do peso da bala, dependendo das características que se deseja para a mesma (FERNANDES; GARCIA, 2015).

Fadini et al. (2003) ressaltam que o tipo de tratamento que a massa cozida sofre e dos ingredientes que são adicionados, interferem na classificação das balas moles podendo estas serem:

- aeradas: são massas de açúcares adicionadas de matérias-primas que facilitam a incorporação de ar como, por exemplo, gelatina, albumina ou ainda alguns hidrocolóides. A característica desse produto é a formação de emulsão óleo/água com suspensão de bolhas de ar.
- mastigáveis: podem ser adicionadas de gelatina, goma acácia, entre outros ingredientes que conferem à massa a característica mastigável e de dissolução lenta.
- cristalizadas: são adicionadas de matérias-primas que facilitam a inclusão de ar na massa e de outras que provocam a cristalização do açúcar, caracterizando-

se como emulsão água/óleo (fase líquida supersaturada) e suspensão de microcristais de açúcar.

2.2 INGREDIENTES DAS BALAS

O ingrediente encontrado em maior concentração em balas é a sacarose. Esse açúcar é responsável pelo sabor adocicado, contribui para a textura e, também proporciona cor ao produto. A sacarose é utilizada tanto na forma de cristais como na forma líquida (solução média de 65 °Brix), desde que possua baixo teor de cinzas, que acarretam a formação de espuma. (FERNANDES; GARCIA, 2015; KURTS, BURSA & TOKER, 2021).

Ainda se tratando de carboidratos, o xarope de glicose e o açúcar invertido são comumente utilizados como ingredientes complementares. Ambos possuem como propriedades funcionais tecnológicas o poder edulcorante, viscosidade, higroscopicidade, e atuam no controle da cristalização da sacarose. O xarope de glicose atua na prevenção da cristalização da sacarose devido a presença de polissacarídeos na composição do produto final, assim aumenta a viscosidade do meio, inibindo ou retardando o movimento dos microcristais de sacarose e, portanto, impedindo que estes se unam e formem cristais perceptíveis sensorialmente e os monossacarídeos presentes tornam a solução de sacarose mais “impura” reduzindo a possibilidade de ligação entre moléculas de sacarose (KURTS, BURSA & TOKER, 2021).

Emulsificantes são substâncias químicas anfífilas capazes de atuar como tensoativos. Nas balas essas substâncias atuam principalmente na homogeneização entre gordura e água, estabilização da emulsão, redução do fenômeno de retração, confere plasticidade, suavidade e antiaderência e melhor distribuição do aroma. Normalmente utiliza-se um teor de 3 a 8% de emulsificantes em relação ao peso da gordura, levando em consideração as características sensoriais desejáveis. Os emulsificantes mais utilizados na fabricação de confeitos são os ésteres parciais de glicerol (KURTS, BURSA & TOKER, 2021).

As gorduras utilizadas nos confeitos têm a propriedade funcional tecnológica de: conferir suavidade e plasticidade à massa, antiaderência, dissolução e manutenção dos aromas durante o processo. Dessa forma a gordura aplicada na produção de balas atua na melhora da textura do produto ao ser consumido, promovendo a liberação gradativa do sabor durante a degustação, auxilia no prolongamento da vida útil do produto, promove agilidade no processo de fabricação e menor custo (FERNANDES; GARCIA, 2015; KURTS, BURSA & TOKER, 2021).

A gelatina, cuja matéria prima é o colágeno, é uma proteína fibrosa que devido as suas propriedades químicas e físicas apresenta inúmeras aplicações na indústria alimentícia, pois apresenta capacidade de formar géis termicamente reversíveis, podendo ser usada como agente emulsificante, estabilizante ou para melhorar algumas características

como textura e capacidade de retenção de água. Na produção de balas e outros doces, esse ingrediente é responsável pelas características de textura, como dureza, elasticidade, firmeza, coesividade e gomosidade. Quanto maior a concentração da gelatina, melhor a mastigabilidade do produto (DU et al., 2021; DAI et al., 2020; WANG et al. 2021;).

2.3 FUNCIONALIDADE DOS ALIMENTOS: TECNOLÓGICA E DE SAÚDE

O termo “propriedades funcionais” tem evoluído para ter uma ampla faixa de significados. Aquele que corresponde ao termo “propriedades tecnológicas” implica que o dado componente em concentração ótima, sujeito a processamento sob condições otimizadas, contribui para características sensoriais desejáveis do produto por interagir com outros constituintes. As propriedades tecnológicas de componentes alimentares os tornam ingredientes possíveis para manufaturar ou fabricar produtos de qualidade desejável (SIRKOSKI, 2002). Como exemplo destas propriedades tem-se a capacidade texturizante, de inibição da cristalização da sacarose, emulsificante e baixa viscosidade proporcionada pela goma acácia (JEĐRUSEK-GOLIŃSKA, et al. 2019).

Desde os anos 1980, o termo funcional também tem sido empregado a um grupo de produtos e componentes que também são chamados de alimentos projetados/desenhados, farmafoods, nutracêuticos, ou alimentos para usos específicos para saúde, como aqueles considerados promotores da saúde. Esses alimentos, principalmente bebidas, farinhas, doces/confeitos, sorvetes, molhos para salada, contêm vários ingredientes (oligossacarídeos, açúcares alcoólicos, ou probióticos), cujos objetivos são dar funções fisiológicas especiais, como compostos que neutralizam o que é nocivo ao corpo, e que promovem uma recuperação e boa saúde geral (SIRKOSKI, 2002).

O termo alimento funcional teve sua origem no Japão em meados de 1980 e era usado para referenciar alimentos presentes na dieta normal da população que apresentavam benefícios fisiológicos, ou que reduzissem o risco de doenças crônicas. Com o passar dos anos a definição para esse termo foi evoluindo, e hoje se diz que um alimento pode ser considerado funcional se, além de suas funções básicas nutricionais, afetar positivamente uma ou mais funções fisiológicas do organismo, favorecendo a saúde, melhorando a qualidade de vida e auxiliando na redução de riscos de enfermidades. Cabe ressaltar que cada país tem sua própria definição para este termo (YE et al., 2018; GRANATO et al., 2020).

Segundo a Legislação Brasileira vigente, aprovada na Resolução nº 18 de 30/04/1999 e atualizada no ano de 2018 pela ANVISA não há definição para o termo “alimentos funcionais” (RDC nº 243 de 26/07/2018). No Brasil podem ser feitos dois tipos de alegação referente a alimentos funcionais: a alegação de propriedade funcional que é “aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no

crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”; e alegação de propriedade de saúde que “é aquela que afirma, sugere ou implica a existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde”. Para que um alimento detentor de qualquer uma das alegações citadas anteriormente possa ser distribuído no mercado, o mesmo deve passar por avaliação da Gerência Geral de Alimentos (GGALI) da ANVISA e comprovada sua segurança de uso e eficácia. As alegações podem ser veiculadas em alimentos e ingredientes para consumo humano, em rótulos e propagandas de produtos elaborados, embalados e prontos para a comercialização e oferta ao consumidor (ANVISA RES. Nº 18, 30/04/1999).

Nas últimas décadas o cenário epidemiológico do Brasil vem apresentando crescimento no número de casos de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) tais como obesidade, hipertensão arterial sistêmica, osteoporose, diabetes mellitus e câncer. De acordo com a OMS as DCNTs são a causa de 71% das mortes ao redor do mundo, principalmente em indivíduos de 30 a 70 anos. Segundo a OMS, no Brasil, 18% dos óbitos são ocasionados por alguma dessas quatro enfermidades (OMS, 2018). Em virtude destes fatos, a população tem priorizado sua preocupação com a qualidade da alimentação, levando a aderirem a padrões alimentares que beneficiem melhorias à saúde (GRANATO et al., 2020).

Roberfroid (2002) aponta que por meio da alimentação tem se procurado, além de satisfazer as necessidades nutricionais básicas, promover a saúde e reduzir o risco de doenças, assim corroborando com o argumento de Iglesias (2010) que em meio ao cenário do século XXI, os alimentos funcionais passaram a ser vistos como uma estratégia importante para deter o avanço das DCNTs.

Os alimentos funcionais passaram a ser uma tendência acentuada no mercado alimentício. Destacam-se dentre as razões para tal crescimento: a perseguição desenfreada por dietas saudáveis valorizando demasiadamente um componente do alimento em detrimento a valorização do alimento como um todo, o reconhecimento pelas agências reguladoras dos benefícios dos alimentos funcionais para a saúde, a possibilidade de redução de custos no combate das DCNTs por parte do Estado, e, por fim, para as indústrias que investiram em pesquisas e novas tecnologias. Os alimentos funcionais representam um nicho de mercado extremamente rentável, pois são produtos com alto valor agregado e com um marketing agressivo na busca pelo consumo (GRANATO et al., 2020)

Ainda de acordo com a Anvisa (RDC nº 243 de 26/07/2018) um composto/substância bioativa é um nutriente ou não nutriente componente de um alimento, que corriqueiramente é consumido nesse alimento, e apresenta ação fisiológica ou metabólica específica no corpo humano. O grupo destas substâncias inclui, mas não se limita a, carotenóides, flavonóides, fitoesteróis, fosfolipídeos, organosulfurados e polifenóis. A

utilização de compostos bioativos ou de ingredientes fonte dessas substâncias em alimentos deve ter segurança para o consumo e eficácia comprovadas.

De acordo com Henri et al. (2016), os chamados alimentos funcionais podem ser agrupados em:

- alimentos convencionais contendo naturalmente compostos bioativos. Fazem parte desta categoria a maioria das hortaliças e frutas, grãos, laticínios, carnes e peixes, os quais contêm compostos bioativos e fornecem benefícios que vão além da nutrição básica. As vitaminas antioxidantes presentes em frutas, os flavonoides da soja, as beta-glucanas da aveia e os carotenoides de cenouras e tomates são exemplos desta categoria.
- alimentos modificados, que recebem compostos bioativos através de processos de enriquecimento ou fortificação. O enriquecimento pode ocorrer da forma tradicional, ou ainda através de alimentação especial dos animais ou engenharia genética. Exemplos destes alimentos são as margarinas enriquecidas com ácidos graxos ômega-3 e fitoesteróis, as farinhas fortificadas com ferro e farelo de aveia com alto teor de beta-glucanas.
- ingredientes alimentares sintetizados, podendo ser citados como exemplo alguns tipos de oligossacarídeos sintetizados por microrganismos com propriedades prebióticas.

Seguindo uma maneira mais resumida de categorização dos alimentos funcionais, pode-se simplificar essa classificação em função do tipo de ingrediente bioativo: probióticos/prebióticos/simbióticos, fibras alimentares, antioxidantes (carotenoides, flavonoides), ácidos graxos, fitoesteróis (GRANATO, et al., 2020).

2.4 PROBIÓTICOS

Uma das vertentes de maior destaque de alimentos funcionais é aquela acrescida de probióticos. Por definição, probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro (HILL, et al., 2014; CHAMPAGNE, et al., 2018). Uma espécie bacteriana probiótica, por meio de atividade antimicrobiana, promove uma melhoria da função da barreira intestinal e imunomodulação e induz o aumento da defesa contra patógenos. A utilização de culturas probióticas promove simultaneamente a inibição da proliferação de bactérias potencialmente prejudiciais e a multiplicação de microrganismos benéficos. Além disso, probióticos são ainda capazes de estimular os mecanismos naturais de defesa do organismo (GRANATO, et al., 2020).

Trabalhos desenvolvidos na última década apontam que os probióticos desempenham papel importante no combate a exposições por metais pesados (BISANZ, et

al., 2014), apresentam boa atividade anti-inflamatória (KAZEMI, et al., 2019), possuem efeitos imunomodulatórios positivos (MOENS, et al., 2019), auxiliam no controle da hipercolesterolemia em adultos (NAMI, et al., 2019), apresentam efeitos terapêuticos para o controle do estresse e depressão (ABDRABOU, OSMAN & ABOUBAKR, 2018), atuam como bons substitutos aos antibióticos (ROOBAB et al., 2020) entre outras funções.

Sancho e Pastori (2016) ressaltam que os probióticos devem apresentar segurança para o consumo, devem possuir funcionalidade durante a sua produção, armazenamento e uso, boas características sensoriais, além de apresentarem determinadas propriedades tecnológicas para que não acarretem perda de viabilidade na ou durante incorporação a produtos alimentares. Culturas dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são as mais frequentemente empregadas para o consumo humano.

Por apresentarem muitos efeitos benéficos a saúde, culturas probióticas têm sido cada vez mais aplicadas a alimentos. O que antes era limitado a principalmente a produtos lácteos, hoje se difundiu para uma grande gama de produtos e atualmente, os probióticos também podem ser encontrados em queijos, sorvetes e produtos não derivados do leite como sucos de frutas e vegetais, produtos à base de soja e de cereais (PIMENTEL, PRUDENCIO & RODRIGUES (2011); PIMENTEL, MADRONA & PRUDENCIO (2015); GUERGOLETTO *et al.* 2019).

Zommiti, Feuilleley e Connil (2020) ressaltam que existem efeitos colaterais provenientes do consumo de probióticos, como por exemplo: desconfortos abdominais, discreto aumento na produção de gases e até mesmo diarreia, porém todos são solucionados naturalmente com o tempo. Tais efeitos colaterais estão muitas vezes relacionados à morte de patógenos no ambiente intestinal, uma vez que estes liberam produtos celulares tóxicos, por meio de uma reação conhecida como “*die-off reaction*”.

2.4.1 *Lactobacillus casei*

Lactobacillus casei, anteriormente chamado de *Lactobacillus casei* (ZHENG et al., 2020) é uma bactéria benéfica naturalmente encontrada no intestino e na boca de seres humano. É responsável pela produção de ácido lático que auxilia na diminuição do pH no sistema digestivo impedindo o crescimento de bactérias nocivas (PEREIRA, 2018).

Dentre as bactérias que são consideradas probióticas, *Lactobacillus casei* tem destaque devido ao seu poder de sobrevivência e multiplicação no trato gastrointestinal após sua ingestão, o que garante sua ação benéfica ao consumidor. Além disso, esses microrganismos probióticos podem também conferir aroma, sabor e textura aos alimentos, bem como contribuir na bioconservação dos mesmos (AMES, 2019). Govender et al. (2014) apontam que essas bactérias são capazes de melhorar e promover a digestão. Algumas culturas das bactérias ajudam a controlar a diarreia, enquanto outras têm um efeito anti-

inflamatório no intestino. Bezerril et al. (2022) demonstraram que a utilização de *L. casei* 01 pode minimizar problemas de aroma e sabor na fabricação de produtos a base de leite caprino.

2.4.2 *Limosilactobacillus reuteri*

Limosilactobacillus reuteri, anteriormente conhecido como *Lactobacillus reuteri* (ZHENG et al., 2020) é uma bactéria ácido-láctica residente no trato gastrointestinal de humanos e de alguns animais, podendo também ser encontrada no leite materno e no trato urogenital de humanos. Estudos demonstram que este probiótico tem efeito na produção de vitaminas do complexo B, como ácido fólico (B9), colabamina (B12), no aumento da vitamina D circulante e no aumento da massa óssea, devido à redução da osteoclastogênese. Esta espécie produz reuterina, uma substância de amplo espectro antimicrobiano que induz o estresse oxidativo em organismos patogênicos (SANTOS, 2018; MOHAN, et al., 2020).

2.5 PREBIÓTICOS

Segundo Gibson et al. (2017) prebióticos são definidos como ingredientes que sofrem fermentação seletiva e permitem alterações específicas na composição e/ou atividade da microbiota gastrointestinal, conferindo benefício à saúde e bem-estar do hospedeiro.

Tais compostos possuem a capacidade de afetar positivamente os processos fisiológicos e bioquímicos, acarretando numa melhora da saúde e redução do risco de doenças. Os prebióticos podem promover a redução dos níveis de bactérias intestinais patogênicas, o alívio da constipação, a diminuição dos episódios de diarreia associada ao consumo de antibióticos, a produção de vitaminas do complexo B, o estímulo do sistema imunológico, a redução do risco de osteoporose através do aumento da absorção de cálcio, efeitos positivos em pacientes com doença inflamatória do cólon, redução da incidência de câncer de cólon e redução do risco de diabetes pela melhora no metabolismo de carboidratos (GRANATO, et al., 2020).

Gibson (2017) aponta algumas características relevantes dos prebióticos, tais como: possibilidade de fermentação pela microbiota colônica, estímulo seletivo do crescimento e/ou atividade das bactérias associadas à saúde e ao bem-estar e resistência à acidez gástrica, à ação das enzimas digestivas humanas e absorção no trato gastrointestinal.

Pimentel, Garcia e Prudencio (2012) ressaltam que os prebióticos não são digeridos no trato gastrintestinal superior devido à inabilidade enzimática humana, dessa forma, acabam por agir como fibras solúveis e são fermentados no cólon, aumentando a atividade microbiana e estimulando o crescimento preferencial de bifidobactérias e lactobacilos.

Os principais representantes dos prebióticos são as fibras alimentares solúveis, geralmente carboidratos de cadeia curta, porém, algumas fibras alimentares não digeríveis pertencem a esse grupo, como a inulina, os frutoligossacarídeos (FOS), os isomaltoligossacarídeos, os galactoligossacarídeos (GOS), os xiloligossacarídeos (XOS), a lactulose e a lactosacarose. Esses compostos podem ser encontrados naturalmente nos alimentos, podem ser obtidos por meio de hidrólise de carboidratos com alto grau de polimerização, ou ainda, sintetizados a partir de açúcares simples (SANCHO & PASTORI (2016); MOHANTY et al. (2018). Diversos estudos demonstram que a goma acácia, composta principalmente por cadeias de polissacarídeos e algumas proteínas, apresenta propriedades prebióticas (NAKOV et al. (2015); CHUNDAKKATTUMALAYIL et al. (2019); LAKSHMANAN et al. (2020); KARAMAN & OZCAN (2021).

Guergoletto *et al.* (2019) citam em sua revisão, que os prebióticos são utilizados na produção de bebidas esportivas, sucos de frutas, produtos lácteos, cárneos e de panificação, em alimentos para bebês. Isso é possível, uma vez que esses compostos agregam características sensoriais positivas ao produto, proporcionando composição nutricional equilibrada, por conta do aumento na concentração de fibras e pela possibilidade de redução de gordura, além dos efeitos positivos perante a saúde do indivíduo.

Vários testes referentes à toxicidade de prebióticos foram conduzidos empregando-se concentrações muito acima da recomendação diária (18 a 20 gramas) e não detectaram evidências de toxicidade, carcinogenicidade ou genotoxicidade. Mesmo a dose de intolerância sendo bastante alta, a ingestão de prebióticos em quantidades excessivas pode resultar em diarreia, flatulência, cólicas, inchaço e distensão abdominal, no entanto este quadro é passível de reversão por meio da interrupção da ingestão (BOOMCHUAY, et al., 2021).

2.6 SIMBIÓTICOS

São chamados de simbióticos os produtos alimentícios elaborados com a presença tanto de prebióticos como de probióticos. O uso de prebióticos aliados a probióticos promove competitividade a essas bactérias benéficas frente à microbiota intestinal. Além disso, os prebióticos são facilmente fermentados pelos probióticos o que acarreta benefícios ao consumidor de um produto simbiótico (KRUMBECK et al. 2018). Pimentel, Prudencio e Rodrigues (2011) ressaltam que tais produtos só são viáveis quando a composição de cada agente (probiótico e prebiótico) isolado é adequada. Granato et al. (2020) trazem ainda que no mercado pode-se encontrar produtos simbióticos na forma de iogurtes e leites fermentados, porém a variedade de produtos ainda é baixa. Pimentel, Prudencio e Rodrigues (2011) apresentaram a possibilidade de fabricação de néctar de pêsego acrescido de *L. paracasei* e inulina. Batista et al. (2017) propuseram a fabricação de leite fermentado

simbiótico utilizando *S. thermophilus*, *L. acidophilus* La3 e *B. lactis* BLC1 como culturas probióticas e farinha de banana verde como prebiótico. Silva et al. (2021) demonstraram ser possível a produção de suco de uva simbiótico por meio da adição de *L. casei* 01 e diferentes prebióticos.

A utilização de prebióticos na fabricação de alimentos que contenham culturas probióticas contribui para redução de injúrias celulares e, conseqüentemente, aumento na viabilidade das células auxiliando também na elaboração de alimentos com características funcionais ao longo do armazenamento (CHÁVARRI et al., 2010; KRASAEKOOPT; WATCHARAPOKA, 2014).

2.7 FIBRAS ALIMENTARES

De acordo com Soliman (2019), as fibras alimentares consistem em um grupo complexo de carboidratos e lignina que não são hidrolisados por enzimas humanas e, portanto, não são digeridos ou absorvidos pelo corpo humano. As fibras alimentares podem ser divididas em dois grupos:

- fibras alimentares solúveis (FAS): apresentam solubilidade em água, formam géis viscosos, não são digeridas no intestino delgado e são facilmente fermentadas pela microbiota do intestino grosso. São consideradas fibras alimentares solúveis as pectinas, as gomas, a inulina e algumas hemiceluloses.
- fibras alimentares insolúveis (FAI): não são solúveis em água, portanto não formam géis, possuem ação no aumento no volume do bolo fecal com fermentação limitada. São insolúveis a lignina, celulose e algumas hemiceluloses.

Os efeitos positivos da fibra alimentar estão relacionados, em parte, ao fato de que uma parcela da fermentação de seus componentes ocorre no intestino grosso, o que produz impacto sobre a velocidade do trânsito intestinal, sobre o pH do cólon e sobre a produção de subprodutos com importante função fisiológica. A maioria dos alimentos que contêm fibras é constituída de um terço de fibras solúveis e dois terços de insolúveis (JEĐRUSEK-GOLIŃSKA, et al. 2019).

Fibras naturais também podem ser adicionadas a formulações de alimentos, devido suas funções tecnológicas, por trazerem benefícios como redução da sinérese, melhora na textura e na firmeza do produto, resultando em um produto com atributos sensoriais agradáveis ao paladar do consumidor (BAÚ et al., 2012; PIMENTEL; GARCIA; PRUDENCIO, 2012).

Quando comparados a outros carboidratos resistentes à digestão, as fibras com função prebiótica apresentam distinção devido a seu padrão de fermentação e estímulo

seletivo do crescimento de bifidobactérias, capazes de produzir as vitaminas do complexo B, ácido nicotínico, ácido fólico e biotina. No intestino grosso, as bifidobactérias fermentam os carboidratos não digeridos no intestino delgado, formando gases (hidrogênio, oxigênio, dióxido de carbono, amônia e metano) e produzindo ácidos graxos de cadeia curta, principalmente butirato, utilizado preferencialmente como fonte de energia pelos colonócitos (JEĐRUSEK-GOLIŃSKA, et al. 2019).

2.8 GOMA ACÁCIA

Também conhecida como goma arábica, a goma acácia é um exsudato gomoso produzido nos troncos e ramos da Acácia Senegal, ou também de outras espécies de acácia como a *A. seyal*, usado na forma desidratada. Esse composto é liberado pela planta quando o tronco ou ramos sofrem algum dano ou lesão e age como barreira protetora contra microrganismos (RHAZI et al., 2020). Trata-se de um polissacarídeo complexo, com alto teor de ramificações, ligeiramente ácido, constituído principalmente pela arabina, uma mistura de sais de cálcio, magnésio e potássio, e ácido arábico. Em sua composição ainda se encontram pequenas concentrações de taninos (0,4%) e metais como zinco, ferro, chumbo e cobre (SANCHEZ et al., 2018). Sua cadeia principal é composta por unidades $\beta(1-3)$ -D-galactopiranosil. As cadeias laterais são compostas por duas ou cinco unidades $\beta(1-3)$ -D-galactopiranosil unidas à cadeia principal por ligações 1,6. Tanto a cadeia principal, quanto a lateral contêm unidades de α -L-arabinofuranosil, α -L-ramnopiranosil, β -D-glucuronopiranosil e 4-O-metil- β -D-glucuropiranosil, esses dois últimos são comumente encontrados como unidades terminais da cadeia. Quando hidrolisada produz L-arabinose, D-galactose, ácido D-glucorônico e L-ramnose. Sua estrutura ainda contém até 2,6% de proteínas, 0,4% de nitrogênio e 16% de umidade, além de algumas enzimas ocluídas (peroxidases, pectinases e oxidases) (SANCHEZ et al., 2018; RHAZI et al., 2020).

A estrutura da goma acácia pode ser dividida em três frações: a fração arabinogalactana-peptídio que corresponde a maior parte da estrutura da goma acácia (88%), possui baixo teor proteico (1,1%) e massa molecular de $2,9 \cdot 10^5$ g/mol, a fração arabinogalactana -proteína, que representa cerca de 10,4% da composição total da goma, com 9% da proteína total encontrada na goma e massa molecular $1,9 \cdot 10^6$ g/mol, e a fração de glicoproteínas, que compõe 1,3% da goma e possui o mais alto teor de proteína das três frações (24%) e massa molecular variada. Os principais aminoácidos encontrados na goma acácia são a hidroxiprolina, a serina, prolina e aspartato. Todas as frações possuem carboidratos semelhantes, variando apenas no teor proteico, na composição de aminoácidos e distribuição da massa molecular (SANCHEZ et al., 2018).

Na indústria alimentícia a goma acácia apresenta diversas funções tecnológicas, podendo atuar como: agente texturizante, espessante, estabilizante, para

impedir a cristalização da sacarose, emulsificante e de revestimento.

A goma acácia possui alta solubilidade em água e gera soluções de baixa viscosidade e de cor clara que varia de amarelo bem claro até laranja dourado. É possível preparar soluções com elevadas concentrações dessa goma, porém acima de 50% de concentração as dispersões passam a apresentar características de géis devido à alta concentração de grupamentos polares distribuídos por toda sua estrutura molecular que podem reter a água.

Suas soluções apresentam pH em torno de 4,5. Comumente utilizada com outros polissacarídeos devido a sua baixa viscosidade. Devido a sua estrutura molecular ser compacta, são necessárias altas concentrações de goma para que se obtenha uma solução viscosa (RHAZI, et al., 2020). O comportamento de fluxo da dispersão de goma acácia não está bem elucidado e que ainda há necessidade de mais estudos para sua compreensão. Em relação a viscosidade da dispersão de goma acácia, Li et al. (2009) afirmam que não se pode simplesmente considerá-la como um fluido newtoniano, como é classificada em alguns estudos (DAUQAN & ABDULLAH (2013); DAOUB et al. (2018); SANCHEZ et al. (2018), pois outros estudos indicam um comportamento único de afinamento por cisalhamento (shear thinning) quando a taxa de cisalhamento aplicada é baixa (LI et al., 2009). Alguns estudos indicam que o comportamento reológico da solução de goma arábica depende da concentração de goma, taxa de pré-cisalhamento e de todo o histórico de tratamentos que essa goma possa ter sofrido desde sua coleta até sua utilização em experimentos (LI et al., 2009). Outros estudos trazem ainda que o comportamento das soluções de goma acácia varia conforme sua concentração (NICKZARE et al. (2009); LI et al. (2011); BHUSHETTE & ANNAPURE (2017)), porém não há um consenso sobre a partir de qual concentração o comportamento passa de tixotrópico para Newtoniano.

Uma característica muito importante da goma acácia é sua capacidade de agir tanto como emulsificante como estabilizante devido à presença de proteína na molécula, uma vez que ela possui caráter anfifílico. A parte hidrofóbica da cadeia polipeptídica funciona como grupo de ancoragem na superfície hidrofóbica da substância que está sendo emulsificada (aromas, óleos essenciais etc.), e devido a sua grande extensão molecular, envolve toda essa superfície. Apresenta atividade tensoativa e forma uma camada macromolecular espessa em torno de gotículas de óleo, produzindo estabilidade espacial. Enquanto isso os carboidratos agem inibindo a floculação e coalescência por repulsões eletrostáticas e estéricas (VERBEKEN, DIERCKX & DEWETTINCK; 2003).

Outra característica da goma acácia que se deve considerar é sua compatibilidade com altas concentrações de açúcar, sendo empregada então em produtos altamente açucarados e com baixo teor de água. Grande parte da produção mundial de goma acácia é destinada a fabricação de caramelos, balas, gomas e pastilhas, pois nesses produtos

ela previne a cristalização da sacarose além de emulsificar e distribuir os componentes de gordura (RHAZI et al., 2020)

O uso dessa goma como ingrediente alimentar ainda proporciona benefícios à saúde, pois se trata de uma fibra alimentar, não digerível, de baixo valor calórico (1,8 – 2 kcal/g), apresenta tolerância ao trato gastrintestinal e apresenta efeitos prebióticos. Nakov et al. (2015) demonstraram os efeitos benéficos da ingestão da goma acácia como fonte fibras prebióticas e observaram o crescimento de *Bifidobacteria* no bolo fecal, em torno de 0,7 log UFC/g com a ingestão diária de 10 g deste polissacarídeo.

A goma acácia vem sendo apresentada como potencial agente prebiótico, devido ao efeito de proporcionar aumento de bactérias lácticas na microbiota fecal, além de auxiliar no crescimento e manutenção de bactérias probióticas dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacteria*. Devido seu tempo de fermentação ser maior do que dos frutoligosacarídeos, estudos sugerem que o desconforto abdominal seja mais leve. Quando consumida em doses diárias entre 10 g a 15 g por um período de quatro semanas, a goma acácia proporciona maior crescimento do número de bactérias intestinais quando comparada aos valores obtidos pelo mesmo tratamento utilizando a inulina (NAKOV et al., 2015).

2.9 CAPIM-LIMÃO

O capim-limão, também conhecido por capim-santo, capim-de-cheiro ou capim-cidreira, o *Cymbopogon citratus* Stapf é uma planta perene, que forma touceiras compactas e robustas de até 1,2 m de altura é uma espécie originária da Índia, pertencente à família Poaceae, que foi trazida para o Brasil possivelmente no período colonial, época em que era utilizado como planta ornamental (KIELING; PRUDENCIO, 2019;).

Trata-se de uma planta aromática, utilizada principalmente com intuítos medicinais, sendo amplamente preparada por meio de infusão ou cocção das folhas, para seu posterior consumo na forma de chá. Devido a essas propriedades o capim-limão tem sido utilizado nas indústrias farmacêuticas, cosmética e de perfumaria. Além disso, Mukarram et al. (2021) relataram que as folhas de capim-limão apresentam de atividades sedativa, depressora do sistema nervoso central, analgésica, antimicrobiana, fungistática e antioxidante. Kieling e Prudencio (2019) demonstraram que a bebida mista de extrato aquoso do capim-limão e limão em uma base de leite de soja acarreta um produto com atividade biológica para saúde, além de apresentar características sensoriais agradáveis de boa aceitação.

O óleo essencial do capim-limão é encontrado nas folhas da planta. É basicamente constituído de substâncias apolares, principalmente o citral (65-86%) e o citronelal (7-8%), além de β -mirceno e eugenol, em menor quantidade. Mukarran et al. (2021) apontam que uma maior quantidade de citral pode ser encontrada nas folhas jovens e é esta

a substância responsável pelo aroma de limão, atribuído à planta. A atividade antifúngica e antimicrobiana do óleo essencial de capim-limão já foi comprovada em 22 espécies de microrganismos. Kieling e Prudencio (2019) mostraram que o óleo essencial apresenta teores mais elevados de compostos fenólicos e atividade antioxidante do que o extrato liofilizado e aquoso de folhas de capim-limão, considerando-se o peso das folhas frescas.

Estudos atribuem a atividade antioxidante do óleo essencial de capim-limão à presença de terpenóides e compostos fenólicos em sua composição, e também a misturas desses compostos com outros componentes minoritários que podem influenciar e modular a atividade do óleo como um todo. As propriedades antioxidantes do óleo essencial de capim-limão podem ser consideradas em termos de incorporação desse óleo em formulações de nutracêuticos ou alimentos funcionais para saúde (MAJEWSKA, *et al.* 2019; KIELING, DELARCO & PRUDENCIO, 2021).

Estudos, ainda, apontam que a suplementação de alimentos com óleo essencial de capim-limão promove a melhora na imunidade, resistência a doenças e desenvolvimento do crescimento, além de atuar na redução do estresse oxidativo dos tecidos, por meio da ação antioxidante (AL-SAGHEER *et al.* (2017); ALAGAWANY *et al.* (2021).

Os antioxidantes também podem eliminar os radicais livres e retardar a oxidação lipídica em produtos alimentícios, que é a principal causa da deterioração da qualidade dos alimentos (MAJEWSKA, *et al.* 2019). Mbili *et al.* (2018) relataram que o óleo essencial de capim-limão se apresentou como opção de conservante de maçãs armazenadas em atmosfera modificada. Cuomo *et al.* (2020) mostraram ainda que a adição desse óleo à mucilagem de chia evita a sua oxidação. Majewska *et al.* (2019) apontam várias aplicações do óleo essencial de capim-limão para prolongar o armazenamento de diversas frutas, como goiaba, uvas, morangos e maçãs, bem como de diversos sucos. Alguns estudos recentes demonstram ainda que esse composto promove a conservação de carnes frente a deterioração por microrganismos (KIELING, DELARCO & PRUDENCIO, 2021).

2.10 ANTIOXIDANTES

Nos sistemas biológicos, os antioxidantes são substâncias naturais que, presentes em baixas concentrações, protegem os tecidos de danos causados por espécies reativas do oxigênio (EROs). Nos sistemas alimentares, os antioxidantes são compostos que interrompem a reação em cadeia mediada por radicais livres na oxidação de lipídeos, vitaminas, pigmentos e proteínas (antioxidantes primários), que sequestram oxigênio e que complexam íons metálicos (antioxidantes secundários) para conservação do produto (GULCIN, 2020). Ainda nos alimentos funcionais, o componente antioxidante terá uma função no organismo do consumidor do alimento que é benéfica a sua saúde, pois também atuam

protegendo os tecidos a danos causados por EROs, podendo atuar tanto na remoção dessas espécies, quanto na sua prevenção (ANDRADE, 2019; BAGANHA; PEREIRA, 2019).

Radicais livres são espécies químicas que possuem elétrons não pareados no orbital atômico externo. Quando um elétron se encontra sozinho no orbital, este é definido como elétron não pareado. Devido à presença de elétrons não pareados o radical livre torna-se altamente reativo devido à necessidade de outro elétron para preencher o orbital fazendo com que este adquira a forma estável. Os radicais livres são menos estáveis e mais reativos que compostos não radicais, mas sua reatividade depende da espécie química. Eles podem reagir entre si, formando ligações covalentes, ou com outras moléculas, doando o elétron não pareado (radical reduzido), recebendo o elétron de outra molécula (radical oxidado) ou sendo adicionado a outras espécies não radicais. Os radicais livres são espécies produzidas durante a respiração aeróbica, como consequência da redução incompleta do oxigênio (CHANDRA, SHARMA & ARORA, 2020).

Frequentemente pode-se encontrar o termo “espécies reativas de oxigênio” (EROs). Esse termo é usado para espécies reativas de oxigênio não radicais e radicais cujo elétron não pareado encontra-se no átomo de oxigênio. As EROs incluem os radicais livres ânion superóxido ($O_2 \bullet^-$), hidroxil ($\bullet OH$), óxido nítrico ($NO\bullet$) e peroxil ($ROO\bullet$) e as espécies não radicalares como peróxido de hidrogênio (H_2O_2), peroxinitrito ($ONOO^-$) e ânion hipocloroso (ClO^-) (CHANDRA, SHARMA & ARORA, 2020).

EROs são produtos de diversos processos metabólicos como por exemplo de enzimas como a NADPH oxidase. Tais espécies químicas atuam de dupla maneira no organismo humano, sendo responsáveis tanto por processos benéficos quanto por processos deletérios. Tais espécies atuam como mediadores da transferência de elétrons e em vários processos bioquímicos, como produção de energia, fagocitose (defesa contra agente agressor) e controle do crescimento celular. Normalmente, existe um equilíbrio no organismo entre a formação de EROs e a remoção destas por antioxidantes enzimáticos (glutathione peroxidase e redutase), mantendo um “balanço redox” nas células. No entanto, quando há uma produção excessiva de EROs (decorrentes, por exemplo, da cadeia de transporte de elétrons mitocondrial ou estimulação excessiva de NADPH), ocorre um desequilíbrio oxidativo ou estresse redox. Quando em concentração excedente ao normal, essas espécies podem causar danos celulares importantes, ao atacar membranas, proteínas, polissacarídeos e ácidos nucleicos, com consequente alteração funcional e prejuízo das funções vitais em diversos tecidos (CHANDRA, SHARMA & ARORA, 2020; GULCIN, 2020).

Radical livres e outras EROs podem ser formados por processos físicos ou químicos exógenos ou por processos metabólicos endógenos em sistemas alimentícios ou no corpo humano. Diante do exposto acima, é de fundamental importância o estudo de

substâncias antioxidantes, tanto na conservação dos alimentos e preservação da sua qualidade quanto na saúde do consumidor (GULCIN, 2020).

A oxidação de lipídios está associada à reação dos ácidos graxos insaturados com oxigênio, por mecanismos químicos e enzimáticos.

Estudos apontam que a ingestão de alimentos ricos em compostos com atividade antioxidante promove melhora na qualidade de vida aos consumidores. Muitos desses componentes, vitamina A, C, E e minerais como zinco e selênio, além de compostos fenólicos, são encontrados em frutas e hortaliças, e são fundamentais no funcionamento de diversas enzimas do metabolismo, além de atuarem na redução do estresse oxidativo no organismo (ANDRADE, 2019; BAGANHA; PEREIRA, 2019). Morais *et al.* (2018) apontam ainda que o consumo de especiarias com potencial atividade antioxidante auxilia tanto na remoção quanto na prevenção de radicais livres provenientes de reações fisiológicas ocorridas no organismo.

Por conta de sua importância, vários métodos químicos foram desenvolvidos para avaliar o potencial antioxidante de alimentos e outros substratos. A diferença entre cada um destes métodos está relacionada ao mecanismo de reação, as espécies-alvo, as condições reacionais e na forma como os resultados são expressos. Os principais testes de determinação da capacidade antioxidante *in vitro* incluem: o método de Folin-Ciocalteu, que é utilizado para determinar o teor de compostos fenólicos totais (para estimar a capacidade redutora e conseqüentemente a prever a atividade antioxidante), os métodos ABTS e DPPH, que avaliam capacidade antioxidante a partir da inibição de radicais livres, e o método FRAP, no qual a capacidade antioxidante é avaliada a partir da redução de íons férricos (MUNTEANU & APETREI, 2021).

O método DPPH, um dos métodos mais usados para verificar o potencial antioxidante, conforme descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995), consiste em avaliar a atividade redutora do antioxidante em relação ao radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•), monitorando o decréscimo na absorbância durante a reação, em um comprimento de onda característico. O radical DPPH•, que apresenta coloração púrpura e absorve a radiação eletromagnética a 515 nm, é reduzido quando reage com um antioxidante doador de hidrogênio (fenólicos, vitamina C) formando 2,2-difenilpicril-hidrazina (DPPH-H), de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da banda de absorção, sendo a mesma monitorada pelo decréscimo da absorbância. Quanto menor é a absorbância da mistura reacional, maior é a capacidade antioxidante da amostra (BASCHIERI & AMORATI, 2021).

O método ABTS foi inicialmente descrito por Miller *et al.* (1993) e é baseado na capacidade dos antioxidantes em sequestrar o radical catiônico ABTS•+. Este radical não está disponível comercialmente, precisando ser gerado previamente ao ensaio, por meio de uma reação química. Para tanto, o ABTS (2,2'-azinobis-3-ethyl benzothiazoline-6-sulphonic

acid) é oxidado por radicais peroxil ou outro oxidante, formando o radical catiônico de longa vida $ABTS^{\bullet+}$, que apresenta coloração intensa. A atividade antioxidante é determinada a partir da capacidade dos compostos em reagir diretamente com o radical $ABTS^{\bullet+}$, diminuindo a intensidade da cor e da absorbância da mistura reacional a 730 nm. Esta reação é termodinamicamente possível quando o composto apresenta potencial redox menor que o $ABTS^{\bullet+}$ (0,68 V), como é o caso de certos compostos fenólicos (MUNTEANU & APETREI, 2021).

2.11 COMPOSTOS FENÓLICOS

São amplamente encontrados na natureza e em produtos industrializados, onde ocorrem na forma de misturas de ésteres, éteres ou ácidos livres, estando distribuídos em frutas e vegetais, contribuindo tanto para a saúde dos consumidores quanto para a qualidade dos alimentos, podem se apresentar na forma de pigmentos responsáveis pela cor dos alimentos ou como produtos secundários de metabolismo, provenientes de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente. Dividem-se em flavonoides (polifenóis) e não flavonoides (fenóis simples, ácidos fenólicos, taninos e outros). Atuam como agentes redutores multifuncionais podendo agir na inativação de radicais livres, na inibição de enzimas oxidativas ou até mesmo quelando metais. (AMBRIZ-PÉREZ, et al., 2016).

A capacidade redutora dos fenólicos está relacionada com o tipo de composto e sua estrutura química. Os compostos fenólicos apresentam em sua estrutura grupos hidroxila característicos como substituintes de anéis aromáticos. Os átomos de hidrogênio dos grupos hidroxila adjacentes, as duplas ligações do anel e a dupla ligação do carbono com oxigênio de algumas moléculas de flavonoides, conferem aos compostos fenólicos atividade antioxidante. Tais características conferem a esses compostos a habilidade em doar hidrogênio e elétrons, formando radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, em particular os lipídios (KIELING, 2016).

O método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Swain e Hills (1959), utiliza o reagente de Folin-Ciocalteu que consiste em uma mistura dos ácidos fosfomolibídico e fosfotungstíco, na qual o molibdênio se encontra no estado de oxidação (VI) (cor amarela no complexo $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$). Em presença de agentes redutores, como os compostos fenólicos, formam-se os chamados complexos molibdênio-tungstênio $[(PMoW_{11}O_4)_4]^-$, nos quais o estado de oxidação do molibdênio é (V) (cor azul), cuja coloração absorve a radiação eletromagnética a 765 nm, permitindo a determinação da concentração de compostos fenólicos totais, assim avaliar a capacidade redutora (OLIVEIRA et al., 2009; FORD et al., 2019) que permite estimar a capacidade antioxidante.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 EXTRAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CAPIM-LIMÃO

Os ingredientes básicos da bala estudada foram a Goma Acácia (marca Synth, 1012.06.AG), gelatina sem sabor (marca Dr. Oetker), glicerina bidestilada (marca Arcolor), açúcar refinado (marca União) e capim-limão (cedido por produtor local).

As culturas probióticas foram *Lactocaseibacillus casei-01* (Sacco-Italy) e *Limosilactobacillus reuteri* LR 92 (DSM 26866-Sacco-Italy).

Todos os reagentes usados foram de grau analítico e estão indicados na descrição de cada metodologia, assim como os equipamentos.

3.2 ENSAIOS PRELIMINARES

3.2.1 Extração do Óleo Essencial de Capim-limão

O capim limão foi fornecido por produtor residente na cidade de Londrina – PR. A extração do óleo essencial de capim-limão foi realizada conforme proposto por Kieling e Prudencio (2019). As folhas recém-colhidas de capim-limão foram lavadas em água potável e imersas em solução clorada com concentração de 150 mg.L⁻¹, durante 15 minutos. Após este tratamento prévio, as folhas foram enxaguadas em água filtrada, drenadas para retirar o excesso de umidade e deixadas sobre papel toalha absorvente por 15 minutos. As extremidades foram desprezadas sendo utilizadas apenas as porções medianas das folhas, as quais foram picadas e hidro-destiladas por 2 horas para a extração do óleo essencial de capim-limão.

3.2.2 Medida da Capacidade Prebiótica da Goma Acácia

A determinação da capacidade prebiótica da goma acácia foi realizada segundo a metodologia por Huebner et al. (2007) e Moongngarm, Trachoo e Sirigungwan (2011). Procedeu-se o ensaio pela adição de 1% (v/v) da cultura probiótica (*L. casei* ou *L. reuteri*) aos tubos de ensaio contendo, ou Caldo MRS acrescido de 1% (m/v) de glicose, ou de Caldo MRS, acrescido de 1% (m/v) do prebiótico goma acácia. As culturas foram incubadas em estufa bacteriológica (Nova Instruments, (Piracicaba, São Paulo)) a 37 °C sob aerobiose, por 48 horas. O ensaio foi repetido duas vezes e replicado três vezes em cada repetição. Os resultados foram expressos em log UFC/mL.

3.2.3 Preparo de microcápsulas probióticas

As microcápsulas foram preparadas por extrusão. Inicialmente, solubilizou-se, separadamente, a goma acácia e alginato de sódio em água destilada, na proporção 2 g de hidrocoloide para 100 mL de água. A solubilização foi feita a 45 °C, sob agitação a 400 rpm (IKA C-MAG, HS7 (Staufen, Alemanha)). Após a completa dissolução dos componentes, ambos foram misturados e acrescidos da cultura probiótica (4 g /100 mL) (*L. casei* ou *L. reuteri*), e em seguida Tween 80 (0,02 mL / 100 mL). Após mais dez minutos de agitação a mistura adquiriu consistência cremosa característica do ponto final de preparo. Essa mistura foi gotejada em solução de cloreto de cálcio 0,1 mol/L, com auxílio de seringa (25 mL) estéril acoplada de agulha (25 x 0,6 mm), a 5 cm da solução e deixadas em repouso por 30 minutos. Após esse período as cápsulas foram separadas por filtração e armazenadas em tubos Falcon estéreis na geladeira (4°C) até o momento do uso (MARFIL, et al., 2016).

3.2.4 Elaboração da bala

A formulação da bala teve como base o proposto por Imeson (2010) e Witzler (2016), conforme descrito na Tabela 1, onde estão discriminados os ingredientes bem como suas respectivas concentrações.

Tabela 1. Formulação base da bala de goma acácia

Ingredientes	Concentração
Goma Acácia	15%
Gelatina	10%
Glicerina	10%
Açúcar refinado	11%
Água destilada	54%

Inicialmente a goma acácia juntamente com a sacarose e a glicerina foram dissolvidas em água em temperatura ambiente. Após esta etapa, adicionou-se a gelatina e a mistura foi levada ao aquecimento em banho-maria a 50 °C por 30 minutos, sob leve agitação com auxílio de bastão de vidro. Esse período foi suficiente para que a mistura se tornasse translúcida e sem a presença de bolhas. Então, a mistura foi mantida em temperatura ambiente até atingir 37 °C. Neste momento a mistura foi acrescida de 50 µL de óleo essencial de capim-limão e das microcápsulas de probióticos (*L. casei* ou *L. reuteri*) na proporção de 6 gramas de microcápsulas para 50 gramas de bala. Em seguida a massa das balas foi

depositada nas formas de silicone e levada ao resfriamento a 4°C por 12 horas. Ao término deste tempo, as balas foram desenformadas, embaladas em plástico filme, etiquetadas e alocadas em recipiente hermeticamente fechado.

3.2.5 Teste para escolha da cultura probiótica para formulação da bala

Empregando-se a formulação base da bala, foi realizado um teste preliminar para escolha da cultura probiótica (*L. reuteri* ou *L. casei*) a partir das melhores condições de sobrevivência de cada cultura na bala. As condições de sobrevivência testadas foram a presença ou ausência de óleo essencial de capim-limão na formulação e duas temperaturas de armazenamento (ambiente: 26 ~ 28 °C e geladeira: 4 ~ 6 °C). Dessa forma, quatro formulações preliminares foram preparadas para o armazenamento em duas temperaturas, que resultaram em oito tratamentos preliminares, conforme indicado na Tabela 2.

Tabela 2. Composições das formulações preliminares e temperatura de armazenamento da bala

Tratamentos preliminares	Composição da bala	Temperatura de armazenamento	Sigla
1	FB + <i>L. reuteri</i> + OECL	ambiente	RO
2	FB + <i>L. reuteri</i> + OECL	geladeira	ROG
3	FB + <i>L. reuteri</i>	ambiente	RS
4	FB + <i>L. reuteri</i>	geladeira	RSG
5	FB + <i>L. casei</i> + OECL	ambiente	CO
6	FB + <i>L. casei</i> + OECL	geladeira	CS
7	FB + <i>L. casei</i>	ambiente	COG
8	FB + <i>L. casei</i>	geladeira	CSG

FB = formulação base; OECL = óleo essencial de capim-limão; ambiente: 26 ~ 28 °C; geladeira: 4 ~ 6 °C.

Os testes de armazenamento ocorreram num período de 28 dias, dos quais foram coletadas amostras nos tempos 0, 7, 14, 21 e 28 dias, para realização das análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, fibras, açúcares, acidez titulável, pH, atividade de água, capacidade antioxidante, perfil de textura e cor, além das análises de viabilidade das culturas probióticas na bala, bem como, frente ao trato gastrointestinal simulado, listadas nos itens de 3.3.1 a 3.3.11. Concomitante ao teste de armazenamento realizou-se a avaliação dos parâmetros higiênico-sanitários da bala, a fim de averiguar a segurança para o consumo. Foram determinadas a presença/ausência de Salmonela e

contagem de coliformes termotolerantes conforme a Resolução Nº12/2001 (BRASIL, 2001). O teste de armazenamento durante 28 dias também foi realizado na formulação final na temperatura escolhida.

3.3 ANÁLISES DAS BALAS

3.3.1 Composição Química da bala

Foram determinados os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e fibras presentes no produto elaborado empregando-se os métodos da AOAC (2019). As fibras alimentares totais, solúveis e insolúveis foram determinadas pelo método enzimático-gravimétrico número 2011.25 da AOAC (AOAC, 2019). Os açúcares totais, redutores e não redutores foram quantificados por meio da redução do íon cúprico conforme descrito por Lakho, et al. (2017) e IAL (2008). Os resultados da composição química da bala foram expressos em g/100g em base seca, exceto a umidade.

3.3.2 Determinação de Acidez titulável e pH

A acidez total titulável foi medida por meio de método volumétrico com NaOH 0,1 mol/L. Os resultados foram expressos em mg de ácido cítrico por 100 g de amostra de bala em base úmida (IAL, 2008).

O pH das amostras foi determinado em pHmetro digital (Qualxtron Model 8010) previamente calibrado com tampões 4,00, 7,00 e 10,00 (Neon Comercial Reagentes Analíticos Ltda), utilizando 3 g de amostra de bala dissolvida em 20 mL de água destilada (IAL, 2008).

3.3.3 Determinação de atividade de água

A atividade de água foi determinada por leitura direta em aparelho medidor de atividade de água (AQUALAB CX-2), utilizando 3 g de amostra (VERGARA, 2016).

3.3.4 Determinação de Compostos Fenólicos e Capacidade Antioxidante

Inicialmente, 1 g de bala foi diluído em solução de metanol/água (8:2), acidificada com HCl (37%) e sonificados (7lab – SSBu – 3,8 L) por 15 minutos a 20 °C. A mistura permaneceu em repouso por 24 horas a 4 °C. Após esse período, a mistura foi centrifugada a 15000x g por 10 minutos em centrífuga refrigerada (NT – 810, Nova

Instruments, (Piracicaba, São Paulo)) a 4 °C. O sobrenadante foi coletado para quantificação de compostos fenólicos e determinação da capacidade antioxidante.

A quantificação de compostos fenólicos foi realizada seguindo os métodos propostos por Cano-Lamadrid, et al. (2020) e Nascimento, et al. (2020), adaptado de Singleton e Rossi (1965). Para a análise de fenólicos totais, foram pipetados 500 µL de água, adicionados 125 µL da amostra (sobrenadante) e 125 µL do reagente de Folin-Ciocalteu. A mistura foi deixada em repouso por cerca de 6 minutos e em seguida foram adicionados 1,25 mL de solução de carbonato de sódio 7,5%, com posterior agitação em vórtex. Em seguida, o homogenato foi mantido ao abrigo da luz por 90 minutos para posterior leitura da absorbância a 760 nm. Foi construída uma curva analítica utilizando ácido gálico como padrão. Os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico mg/100 g.

Para determinação da capacidade antioxidante contra o radical DPPH empregou-se o método adaptado de Brand-Williams et al. (1995) seguindo algumas modificações propostas por Nascimento, et al. (2020) e Kieling (2016). O volume de 500 µL de amostra (sobrenadante) foi transferido para um tubo de ensaio, acrescidos de 300 µL da solução $5 \cdot 10^{-4}$ mol/L de DPPH e 3 mL de etanol. O branco foi preparado seguindo o mesmo procedimento sem a adição da amostra. O percentual de decréscimo de DPPH foi medido por absorbância em espectrofotômetro à 517nm. A capacidade antioxidante foi expressa em porcentagem de DPPH reduzido (%IA), a partir da equação 1.

$$\text{Equação 1: \%IA} = [1 - (\text{Absorbância da amostra} / \text{Absorbância do Branco})] \times 100.$$

A capacidade antioxidante contra o radical livre ABTS⁺ foi determinada usando o método de Sanches-Gonzales et al. (2005). Foi preparado um controle contendo todas as soluções reagentes, exceto a amostra (sobrenadante). A atividade antioxidante foi determinada como um percentual de inibição da atividade (% IA) em relação ao controle, conforme Equação (1).

3.3.5 Cor

A cor das balas foi aferida segundo o sistema CIELAB utilizando colorímetro Minolta (Minolta Chromometer CR 300), o qual foi calibrado com placa de porcelana branca utilizando o iluminante D65. A medida de cor foi aferida em 10 replicatas de bala em duas repetições. Foram medidos os parâmetros L* (Luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul).

3.3.6 Perfil de Textura

A análise do perfil de textura (TPA) foi realizada utilizando um texturômetro

TA-XT2i (Stable Micro Systems, Surrey, Inglaterra), acoplado do probe cilíndrico P0.5R (referência da AOAC 2019, para análise de gelatina). As condições de teste foram as seguintes: velocidade de pré-teste 2 mm / s, velocidade de teste de 1 mm / s, velocidade de pós-teste de 1 mm / s, tempo de espera entre os ciclos de 2 s, força de gatilho 5 g e 75% de compressão. Foram aferidos os parâmetros de dureza (N), adesividade (N.m), elasticidade, coesividade e gomosidade (N). A análise do perfil de textura foi realizada em 10 replicatas de bala em duas repetições.

3.3.7 Sobrevivência Das Culturas Probióticas

A metodologia apresentada nessa seção foi utilizada para averiguar a sobrevivência das culturas probióticas, tanto nos testes preliminares, quanto na formulação final da bala

3.3.7.1 *Sobrevivência das culturas probióticas frente ao armazenamento das balas*

A sobrevivência das culturas foi avaliada por dissolução de 1 g de bala em 9 mL de água peptonada estéril, com diluição sucessiva até 10^{-8} e inoculação em Agar MRS pela técnica *pour plate*, com incubação a 37 °C por 48 horas e resultado expresso em log UFC/g (MULLER; GÓMEZ; CALLIARI; 2013).

3.3.7.2 *Sobrevivência das culturas probióticas frente ao trato gastrointestinal*

O fluido gástrico simulado (FGS) foi preparado dissolvendo-se 2,0 g de NaCl e 6,0 g de pepsina (Sigma-Aldrich) em 7 mL de HCl concentrado. A solução foi diluída com água destilada até um volume final de 1,0 L. O FGS teve o pH ajustado para 2,0 com NaOH 1,0 M. O fluido intestinal simulado (FIS) foi preparado dissolvendo-se 6,8 g de KH_2PO_4 em 250 mL de água destilada, seguido pela adição de 77 mL de solução de NaOH a 0,2 mol/L. O volume final foi ajustado para 1 L com água esterilizada. Pancreatina (Sigma-Aldrich) em pó foi adicionada ao FIS para produzir uma concentração de 1% (m/v) e o pH do FIS foi ajustado para 6,8 (XU, et al., 2016).

O FGS preparado foi então pré-aquecido a 37°C em incubadora antes do teste de sobrevivência. Foram adicionados 5 gramas de amostra (1 bala) em 90 mL de fluido gástrico simulado (FGS), permanecendo em contato por duas horas em estufa a 37 °C. Após 30, 60, 90 e 120 minutos 1,0 mL de amostra foi coletado para a determinação da viabilidade dos microrganismos probióticos. Após 120 minutos, 1,0 mL foi adicionado a 9,0 mL de fluido intestinal simulado (FIS) estéril pH 6,8 (K_2PO_4 0,05 M adicionado de 0,6 % de sais biliares) incubado em estufa a 37 °C por 150 minutos, e 1,0 mL coletado para verificar a viabilidade dos probióticos por inoculação em Agar MRS pela técnica *pour plate* e incubação a 37 °C por

48h (MULLER, GÓMEZ, CALLIARI, 2013). Os resultados foram expressos em log UFC/g.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os ensaios preliminares seguiram o delineamento inteiramente casualizado com duas repetições e três replicações por repetição ($n = 6$). Os dados foram submetidos à análise de variância em esquema de parcelas subdivididas e teste de Tukey.

Os ensaios da fase final seguiram o delineamento inteiramente casualizado com duas repetições e três replicações por repetição ($n = 6$) nas análises realizadas nos itens 3.3.1 a 3.3.4 e 3.3.7, enquanto na análise de perfil de textura e de cor foram dez replicações por repetição ($n = 10$). Os dados foram submetidos a Regressão linear.

O nível de significância considerado foi 5% ou menos. Foram empregados os Programas Estatísticos R 4.1.2 (The R Foundation, 2021) e XLStat 2021.4 (Addinsoft, 2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ENSAIOS PRELIMINARES

4.1.1 Avaliação do efeito prebiótico da goma acácia

Prebióticos são compostos não digeríveis que afetam benéficamente a saúde do hospedeiro ao estimular seletivamente o crescimento de microrganismos no cólon (PANDEY; NAIK; VAKIL, 2015). Na Tabela 3 estão os resultados referentes à análise de atividade prebiótica da goma acácia em caldo MRS, onde a glicose foi substituída pela goma.

Tabela 3. Avaliação do efeito prebiótico da goma acácia

Microrganismo	Meio sem glicose e sem goma acácia (controle)	Meio com glicose e sem goma acácia	Meio sem glicose e com goma acácia
<i>L. casei</i> (log UFC/g)	7,783 ± 0,11 ^{Ac}	9,400 ± 0,10 ^{Bb}	11,32 ± 0,03 ^{Aa}
<i>L. reuteri</i> (log UFC/g)	7,573 ± 0,08 ^{Bc}	11,57 ± 0,05 ^{Aa}	10,51 ± 0,03 ^{Bb}
<i>E. coli</i> (log UFC/g)	6,587 ± 0,02 ^{Cc}	9,02 ± 0,04 ^{Ba}	7,75 ± 0,06 ^{Cb}

Resultados expressos em log UFC/g. Médias (n = 6) seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas ou minúscula nas linhas não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).

A goma acácia favoreceu o crescimento dos microrganismos *L. casei* e *L. reuteri*, resultando em contagens acima de 10,5 log UFC/mL. Pode-se inferir a partir da contagem dos microrganismos no caldo de cultura contendo a goma acácia, que os valores condizem com a recomendação para ingestão diária para o efeito probiótico, que varia de 8 a 11 log UFC/g e também está de acordo com a recomendação de que no momento da ingestão, o alimento fonte de probióticos possua contagens próximas a 6 e 8 log de UFC/g, para que quantidades suficientes do microrganismo possam alcançar o colón do consumidor. Também foi observado que a *E. coli* utilizou a goma acácia como fonte de carbono para seu desenvolvimento, tendo apresentado maior crescimento no meio enriquecido com a goma. Nessa análise foi utilizada a *E. coli*, uma bactéria não probiótica, para verificar se o prebiótico em estudo foi fermentado apenas por microrganismos probióticos. (SAAD, 2006; PINTO, et al. 2015; BANSAL, et al., 2016; AREPALLY e GOSWAMI, 2019).

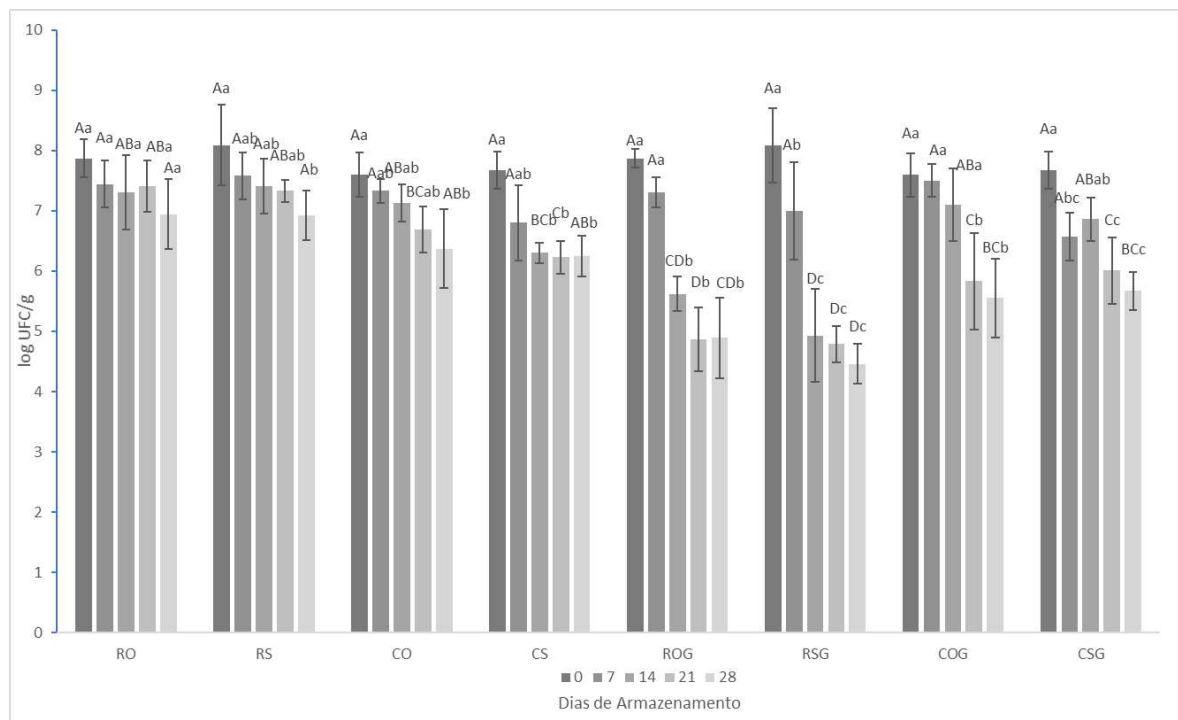
Os dois microrganismos probióticos analisados conseguiram utilizar a goma acácia como fonte de carbono para seu desenvolvimento, uma vez que apresentaram maior

desenvolvimento no meio enriquecido com a goma. Figueroa-Gonzalez et al. (2018) estudaram o efeito de prebióticos comerciais no crescimento de cinco culturas probióticas e o compararam com o crescimento em meio de cultura com lactose. Para a maioria dos tratamentos, não foram encontradas diferenças no crescimento das bactérias inoculadas no meio contendo os prebióticos e as inoculadas no meio controle, com contagens próximas a 8 log de UFC/mL, após 24h de incubação, assim como as contagens verificadas neste estudo que apresentaram UFC no meio com goma acácia e no meio com glicose.

4.1.2 Sobrevivência dos microrganismos probióticos nas formulações preliminares da bala

A contagem de microrganismos probióticos presentes nas quatro formulações preliminares da bala durante armazenamento em duas temperaturas está na Figura 1.

Figura 1. Avaliação da sobrevivência das bactérias probióticas *L. casei* e *L. reuteri* nas quatro formulações preliminares da bala armazenadas durante 28 dias em duas temperaturas



Resultados expressos em log UFC/g (n = 6). Barras acompanhadas da mesma letra maiúscula, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), em relação à formulação. Barras acompanhadas da mesma letra minúscula, não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), em relação aos dias de armazenamento. Temperatura ambiente de armazenamento (26 – 28 °C): RO = Bala com *L. reuteri* e OECL (óleo essencial de capim-limão); RS = Bala com *L. reuteri* e sem OECL; CO = Bala com *L. casei* e OECL e CS = Bala com *L. casei* e sem OECL. Temperatura de geladeira de armazenamento (4 – 6 °C): ROG = Bala com *L. reuteri* e OECL; RSG = Bala com *L. reuteri* e sem OECL; COG = Bala com *L. casei* e OECL; CSG = Bala com *L. casei* e sem OECL.

Sete dos oito tratamentos preliminares, independente da temperatura de

armazenamento (ambiente ou geladeira), presença de óleo essencial de capim-limão ou da cultura probiótica (*L. reuteri* ou *L. casei*), apresentaram redução na contagem dos microrganismos. A única exceção foi a formulação RO que não apresentou redução significativa ao longo do armazenamento ($p > 0,05$). Notou-se que a presença de óleo essencial de capim-limão, que tem sido relatado como potencial agente antimicrobiano (SILVA, et al., 2010 e KIELING e PRUDENCIO, 2019), não acarretou na diminuição do número de microrganismos probióticos presentes na bala, uma vez que as formulações com óleo essencial de capim-limão apresentaram contagem de bactérias estatisticamente iguais ($p > 0,05$) ou superiores ($p < 0,05$), às que não continham óleo essencial de capim-limão.

A temperatura de armazenamento se mostrou um fator importante para a sobrevivência das bactérias lácticas presentes na bala. As formulações contendo a cultura *L. reuteri*, ao final de 28 dias de armazenamento em geladeira (4 °C) apresentaram contagem de bactérias inferior ($p < 0,05$) quando comparadas àquelas armazenadas em temperatura ambiente (26 – 28 °C). O contrário foi observado nas formulações contendo a cultura *L. casei*, onde não foi observada diferença na contagem ($p > 0,05$). A menor contagem (4,46 log UFC/g observada ao longo do período de estudo, ocorreu na formulação RSG (*L. reuteri*, sem o óleo essencial e em geladeira) em contraste a mesma formulação, porém armazenada a temperatura ambiente (RS), na qual a contagem observada foi de 6,92 log UFC/g.

Em relação às culturas probióticas utilizadas, ambas apresentaram adaptabilidade ao meio, ou seja, na bala, durante o período analisado, não demonstrando diferença significativa ($p > 0,05$). Ao final dos 28 dias, a formulação RO apresentou a contagem de 6,94 log UFC/g não diferindo do valor inicial 7,87 log UFC/g ($p > 0,05$). Sua formulação equivalente de *L. casei* (CO), apesar de ter apresentado a contagem semelhante (6,37 log UFC/g) ao final do teste de armazenamento, teve redução significativa ($p < 0,05$) na sobrevivência dos microrganismos durante o período estudado. Cabe ressaltar que em baixa temperatura de armazenamento, as formulações ROG, COG e CSG demonstraram sobrevivência das culturas semelhante (5,37 log UFC/g) ($p > 0,05$) ao longo do armazenamento. ROG (4,89 log.UFC/g) e RSG (4,46 log.UFC/g) também não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) ao longo do armazenamento. As formulações contendo a cultura *L. casei* (COG e CSG) demonstraram ser diferentes de RSG ($p < 0,05$) ao final do teste de armazenamento.

Uma vez observado que a presença de óleo essencial de capim-limão não acarreta em prejuízo a formulação, optou-se por manter seu emprego na formulação final da bala, e também por atuar como saborizante e agregar valor nutricional ao confeito. A temperatura de armazenamento adotada para prosseguir com os testes foi a temperatura ambiente, devido ao resultado observado em relação a sobrevivência dos microrganismos ser superior à temperatura de geladeira, além de menor custo de manutenção por não utilizar a

refrigeração. A formulação escolhida para a continuidade na pesquisa foi a bala contendo a cultura *L. reuteri*, uma vez que a sobrevivência dos microrganismos ao longo dos 28 dias de armazenamento em temperatura ambiente não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$).

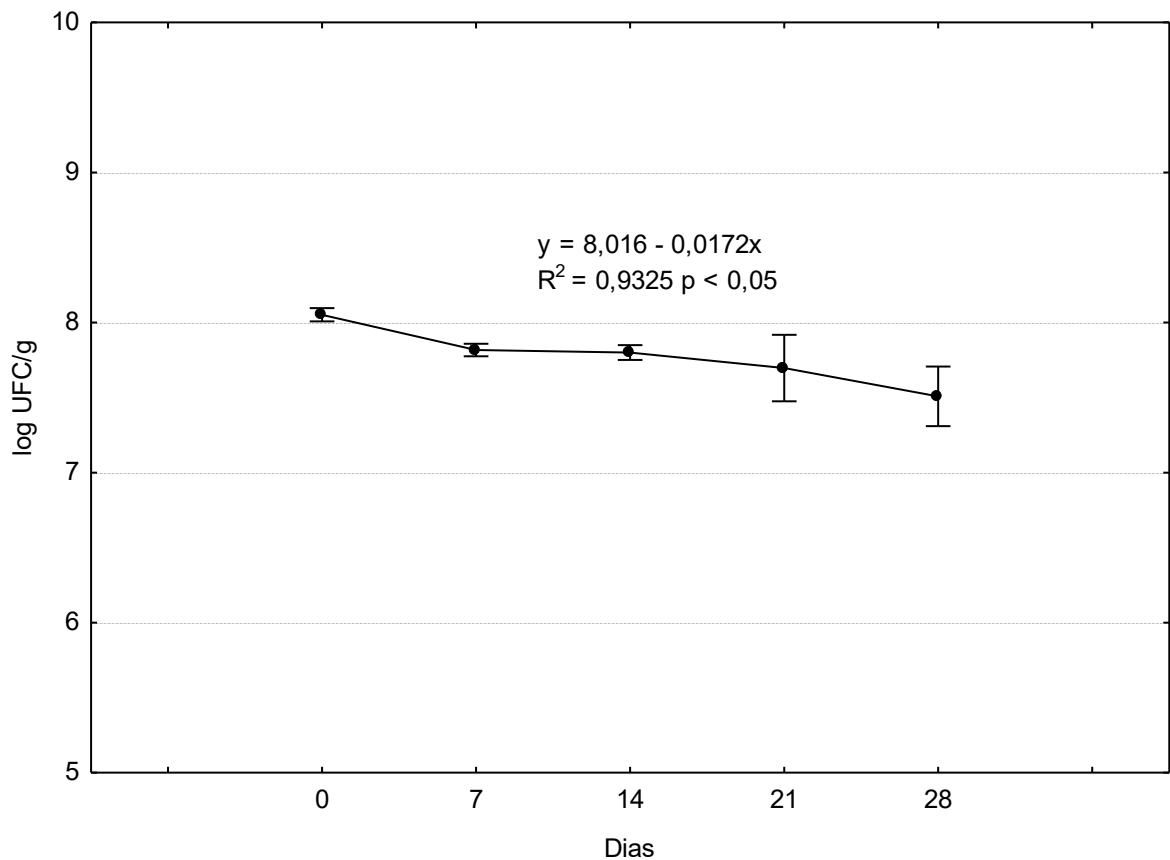
4.2 ENSAIOS COM A FORMULAÇÃO SELECIONADA DA BALA

A seguir estão os resultados e discussão dos ensaios realizados durante o armazenamento de 28 dias, em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C), com a formulação de bala selecionada a partir dos ensaios preliminares, ou seja, a formulação da bala de goma acácia com óleo essencial de capim-limão acrescida de *L. reuteri* microencapsulado.

4.2.1 Análises microbiológicas

A Figura 2 demonstra a variação na contagem de *L. reuteri* presente na bala durante o armazenamento.

Figura 2. Variação na contagem de *L. reuteri* (log UFC/g) durante o armazenamento da bala em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



Resultados expressos em log UFC/g (n = 6). Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE).

A análise de regressão linear da contagem de *L. reuteri* revelou uma inclinação significativa da reta ($p < 0,05$), indicando o decaimento do número de microrganismos ao longo

dos 28 dias de experimento. No dia zero (dia em que a bala foi produzida) a contagem foi de $8,05 \pm 0,04 \log \text{ UFC/g}$ e atingiu a contagem final de $7,50 \pm 0,21 \log \text{ UFC/g}$. Miranda et al. (2020) em seu estudo de produção de balas de gelatina contendo *Bacillus coagulans* como cultura probiótica, encontraram a contagem de $6,4 \log \text{ UFC/g}$, estável ao longo de trinta dias de armazenamento ($25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$). Lele et al. (2018) obtiveram resultados similares aos apresentados por Miranda et al. (2020) em suplementos elaborados com goma acácia e enriquecidos com probióticos (*L. plantarum* e *L. paracasei*) e prebióticos (bagaço de maçã e psyllium). Fatores como a redução no pH e aumento da acidez, comumente devido ao acúmulo de ácidos orgânicos produzidos pelas culturas probióticas ao consumirem açúcares simples presentes na bala ao longo do tempo, podem diminuir a sobrevivência dos microrganismos probióticos.

No presente estudo, a porção planejada de bala consistiu de cinco gramas, correspondente a uma unidade de bala. Para humanos, a dose recomendada de ingestão diária de culturas probióticas é de 10^9 UFC/g ou mL de produto (DEPOORTER & VANDENPLAS, 2021) e vários autores também apontam que no momento do consumo o recomendado é que contagem esteja na faixa de $10^6 - 10^7 \text{ UFC/g}$ ou mL (SAAD, 2006; PINTO, et al. 2015; BANSAL, et al., 2016; AREPALLY e GOSWAMI, 2019). Logo, pode-se concluir que o confeito elaborado continha a dose recomendada de *L. reuteri* até o tempo final do estudo.

Na Tabela 4 estão os resultados referentes à avaliação da segurança microbiológica da bala ao longo do período de armazenamento. Não foi constatada a contaminação durante a fabricação ou a manipulação do confeito durante os 28 dias de estudo. A contagem de coliformes totais e termotolerantes manteve-se abaixo do valor máximo permitido pela legislação brasileira (10 UFC/g), bem como a ausência de *Salmonella* sp. em 25 g do produto (BRASIL, 2011). Desta forma o confeito elaborado no presente estudo foi considerado seguro microbiologicamente para ingestão.

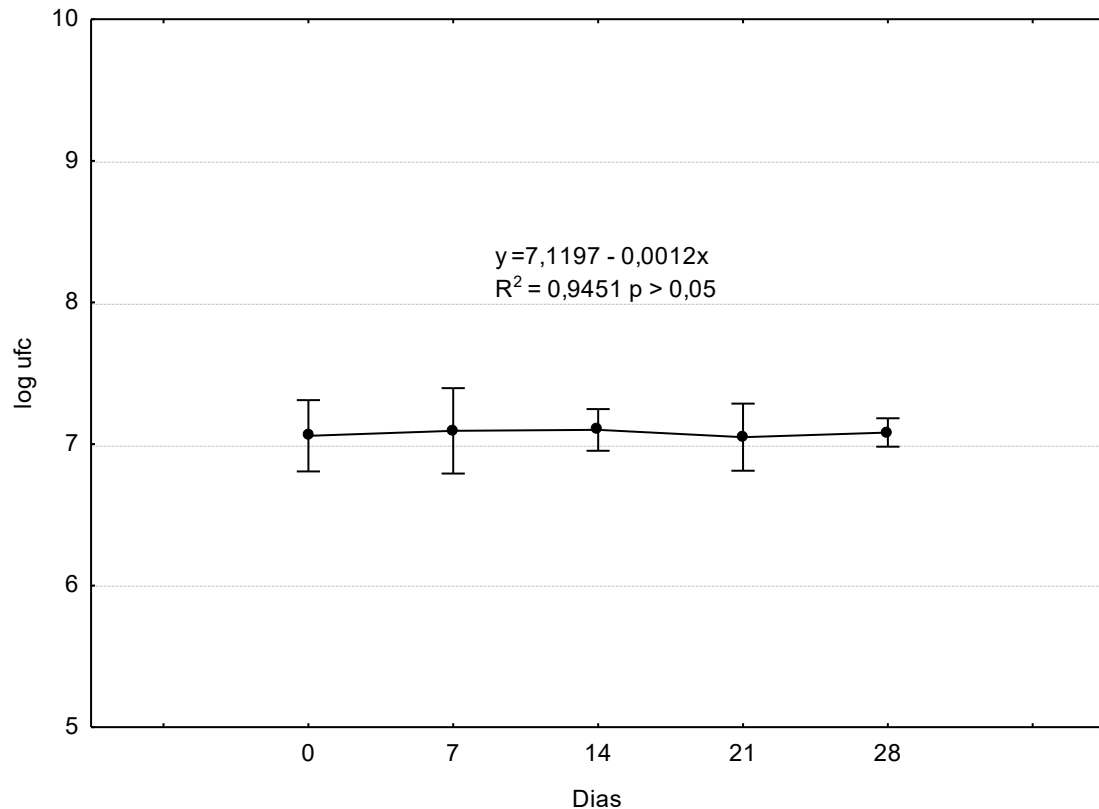
Tabela 4. Avaliação da segurança microbiológica da bala durante armazenamento em temperatura ambiente ($26 \sim 28 \text{ }^\circ\text{C}$)

Dias	<i>Salmonella</i> sp. (25 g)	Coliformes totais (UFC/g)	Coliformes termotolerantes (UFC/g)
0	Ausente	< 0,3	< 0,3
7	Ausente	< 0,3	< 0,3
14	Ausente	< 0,3	< 0,3
21	Ausente	< 0,3	< 0,3
28	Ausente	< 0,3	< 0,3

Contagem de microrganismos em UFC/g (n = 6).

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos pela digestão simulada da bala e seus efeitos na concentração de microrganismos.

Figura 3. Contagem de *L. reuteri* (log UFC/g), após a completa digestão da bala em condições simuladas do trato gastrointestinal, durante o armazenamento da bala em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



Resultados expressos em log UFC/g (n = 6). Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE).

A contagem da cultura probiótica após digestão da bala em condições simuladas do trato gastrointestinal não variou significativamente ($p > 0,05$) ao longo do armazenamento e mostrou resultado médio de $7,1 \pm 0,1$ log UFC/g, indicando a sobrevivência de 94,67% da contagem de *L. reuteri* antes da digestão. Miranda et al. (2020) encontraram resultados similares em bala desenvolvida de gelatina acrescida de *B. coagulans* (6,83 log UFC/g). Silva et al. (2017), em estudo com chocolate meio amargo acrescido de culturas probióticas (*Lactobacillus acidophilus* ou *Bifidobacterium animalis*), não verificaram diferenças entre a contagem de microrganismos antes e após a simulação da digestão. Ainda em chocolates, Kemsawasd, Chaikham e Rattanasena (2016) mostraram sobrevivência de 86,76% das bactérias lácticas utilizadas (*Lactobacillus casei* e *Lactobacillus acidophilus*). O mecanismo pelo qual as matrizes alimentícias conseguem proteger as bactérias lácticas contra o ataque do suco gástrico, ainda não foi bem elucidado. Maukonen e Saarela (2015) e Tzounis et al. (2011) sugerem que a presença de açúcar no meio pode tamponar os fluidos

gastrointestinais possibilitando a sobrevivência das bactérias, Ranadheera et al. (2010) ainda mencionam que a presença de compostos fenólicos e outros compostos com atividade antioxidante na matriz, aliviam o estresse causado pela acidez do fluido estomacal, como é o caso de nosso estudo, em que bala possui óleo essencial de capim-limão com ação antioxidante (KIELING & PRUDENCIO, 2019).

Os fluidos gástricos têm por função básica atuar como sistema de defesa do corpo humano contra microrganismos ingeridos por via oral. Desta forma, a sobrevivência de bactérias lácticas a esse processo natural é fundamental para a seleção de microrganismos que venham a ser acrescidos em matrizes alimentícias (MORAES et al., 2015).

É importante ressaltar que apesar de ter ocorrido uma queda na contagem do microrganismo na bala ao longo do armazenamento, quando se fez a digestão simulada não houve diferença significativa na contagem das bactérias. Esses resultados demonstram a eficiência das microcápsulas em proteger os microrganismos do suco gástrico, garantindo sua viabilidade até o intestino. Ao chegar nessa etapa da digestão, na qual o pH se eleva, as microcápsulas remanescentes podem se romper liberando os microrganismos probióticos.

4.2.2 Composição Química da Bala

A Figura 4 apresenta a variação dos conteúdos de umidade, proteína, cinzas e carboidratos (em base seca, exceto umidade) da bala ao longo de 28 dias de armazenamento em temperatura ambiente.

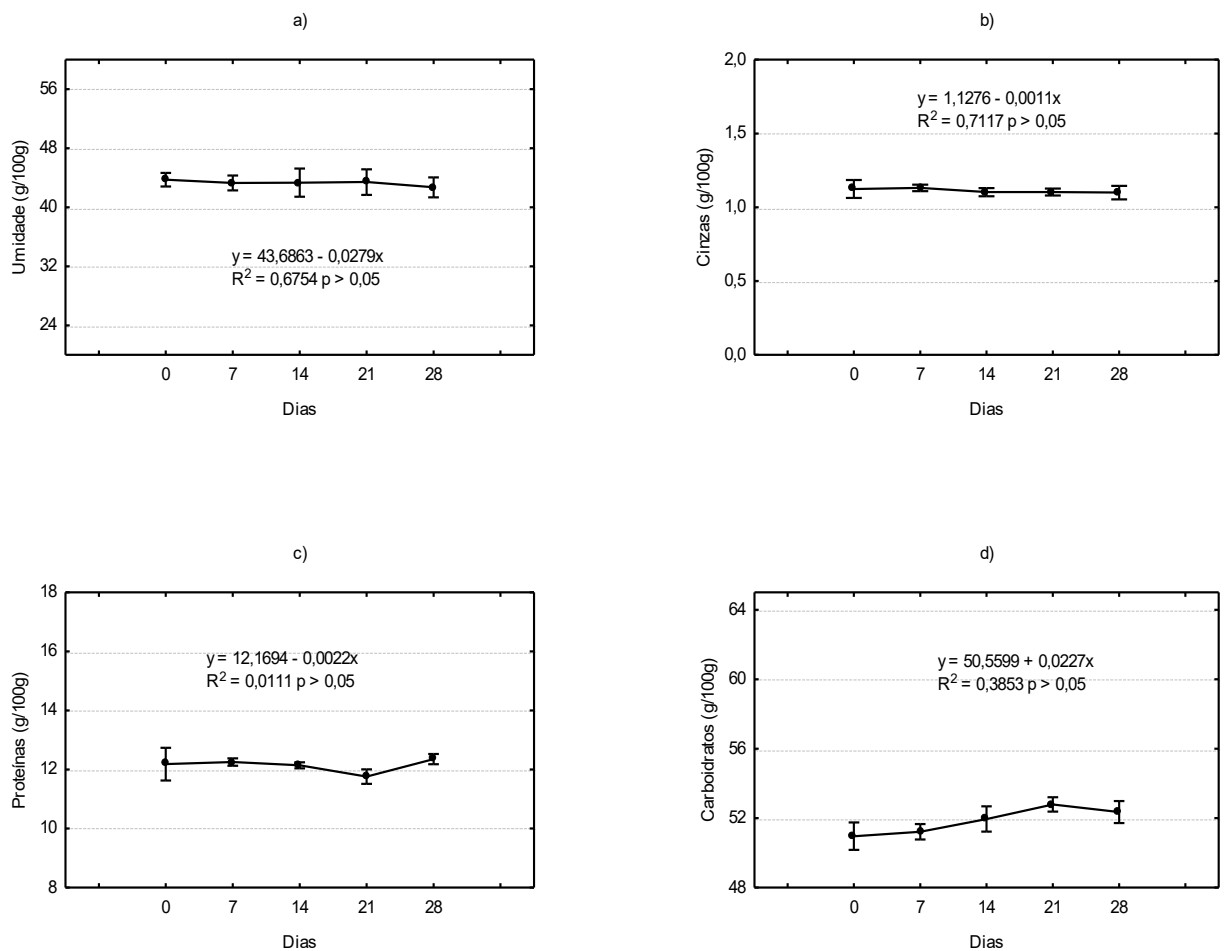
Os teores de umidade, cinzas, proteínas e carboidratos da bala não variaram ao longo de 28 dias de armazenamento em temperatura ambiente ($p > 0,05$). A formulação da bala não continha conteúdo expressivo de lipídios, assim não foi detectado.

A umidade média da bala ao longo do tempo de armazenamento foi em média de 43 g/100g. Diversos estudos relatam conteúdos variados para umidade de balas de goma. Gok, et al. (2020), em estudo realizado com balas a base de fibras solúveis e de baixo valor calórico, encontraram teores de umidade variando entre 19% e 24% e Fontoura et al. (2013) observaram 10,52% de umidade em bala de gelatina enriquecida com diversos nutrientes. Ballen et al. (2019) notaram teores médios de umidade para balas a base de gelatina em torno de 26%. As balas de gelatina saborizadas de morango, do estudo de Melo et al. (2020), apresentaram 56% de umidade. A variação dos teores de umidade em balas se deve ao modo de preparo da bala e depende do objetivo do pesquisador em relação à textura desejada no produto (MELO et al., 2020).

Em relação às cinzas, notou-se um teor médio de 1,11 g/100g de materiais inorgânicos presentes na bala. Em estudo comparando a adição de gelatina, na formulação de pastilhas, Zainol et al. (2020) encontraram que quanto maior a concentração de goma

acácia em relação a gelatina na formulação, maiores foram os teores de cinzas no produto. Os autores apontam teores variando entre 0,48 g/100g e 0,92 g/100g de cinzas, sendo essa elevação causada pelo aumento na concentração de goma acácia na formulação, uma vez que a goma apresenta teor médio de 4% de cinzas em contraponto aos 2% encontrados na gelatina. Os valores encontrados no presente estudo foram maiores do que os 1% relatados por Dewi, Kurniasih e Purnamayati (2017).

Figura 4. Variação na composição química da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



Resultados (n = 6) em base seca, exceto para umidade. Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE).

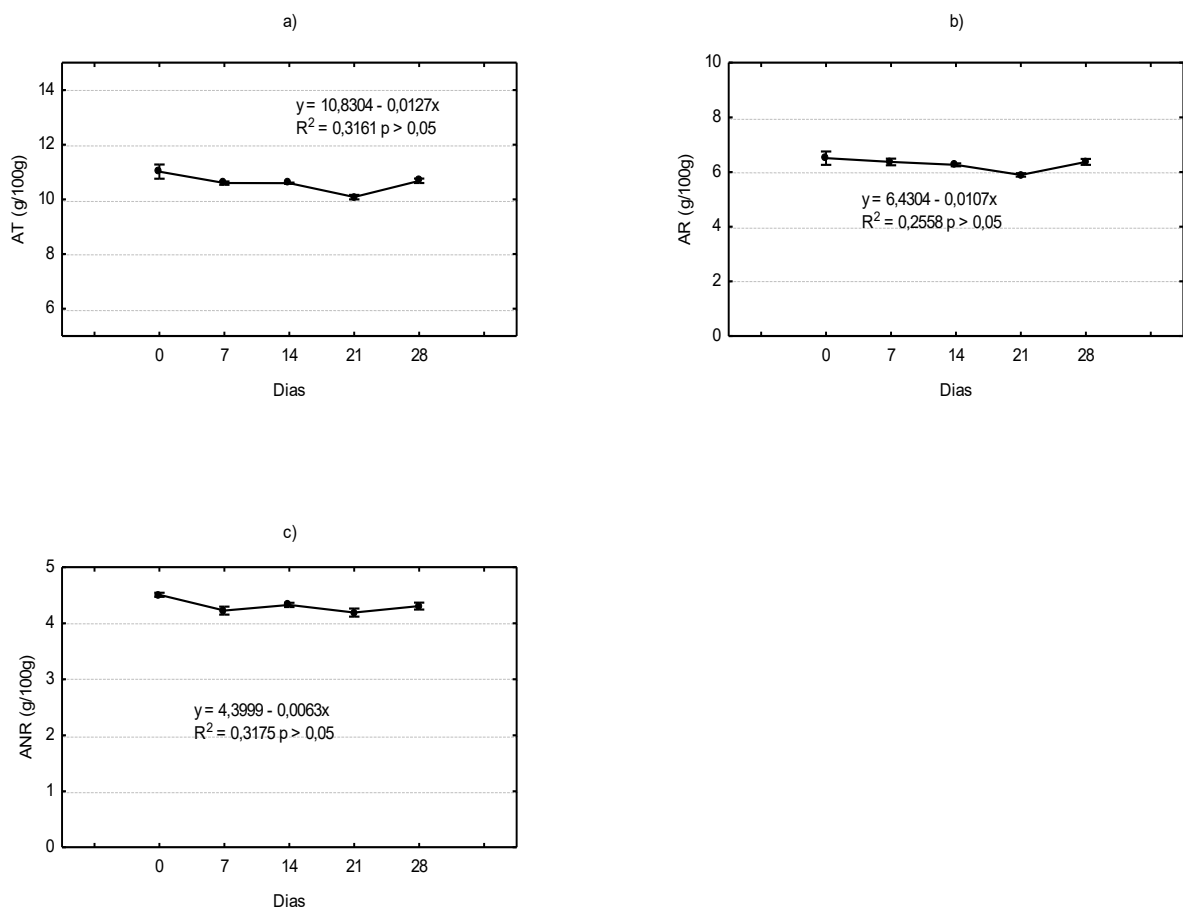
O teor proteico da bala desenvolvida neste estudo (12,14 g/100g) foi similar aos descritos por Fontoura et al. (2013) (7,14 g/100g) em bala de gelatina, e por Zainol et al. (2020) (5,89 g/100g), em bala de gelatina e goma acácia. O teor proteico do confeito varia de acordo com sua composição. Sanches et al. (2018), Ghafarloo, Jouki e Tabari (2020) e Zainol et al. (2020) ressaltam que a presença de goma acácia na formulação acarreta maiores valores para este componente, uma vez que essa goma contém em sua estrutura, uma fração proteica, que pode chegar a 2% de sua composição.

A estrutura química goma acácia é composta, principalmente, por carboidratos

complexos, podendo inclusive atuar como fibra solúvel. Esse fator justifica os altos teores de carboidratos encontrados na bala (50 g/100g). Melo et al. (2020) relataram o teor de 30 g/100g em bala de gelatina. Enquanto Handayani, Christine e Andres (2019) relataram 50,72 g/100g de carboidratos em bala de gelatina acrescida de extrato de folhas de beldroéga, resultado similar ao descrito no presente estudo.

A Figura 5 demonstra que os conteúdos de açúcares totais (10,6 g/100g), redutores (6,28 g/100g) e não-redutores (4,31 g/100g) da bala não variaram ao longo dos 28 dias de experimento ($p > 0,05$).

Figura 5. Variação nos teores de açúcares totais, redutores e não redutores da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



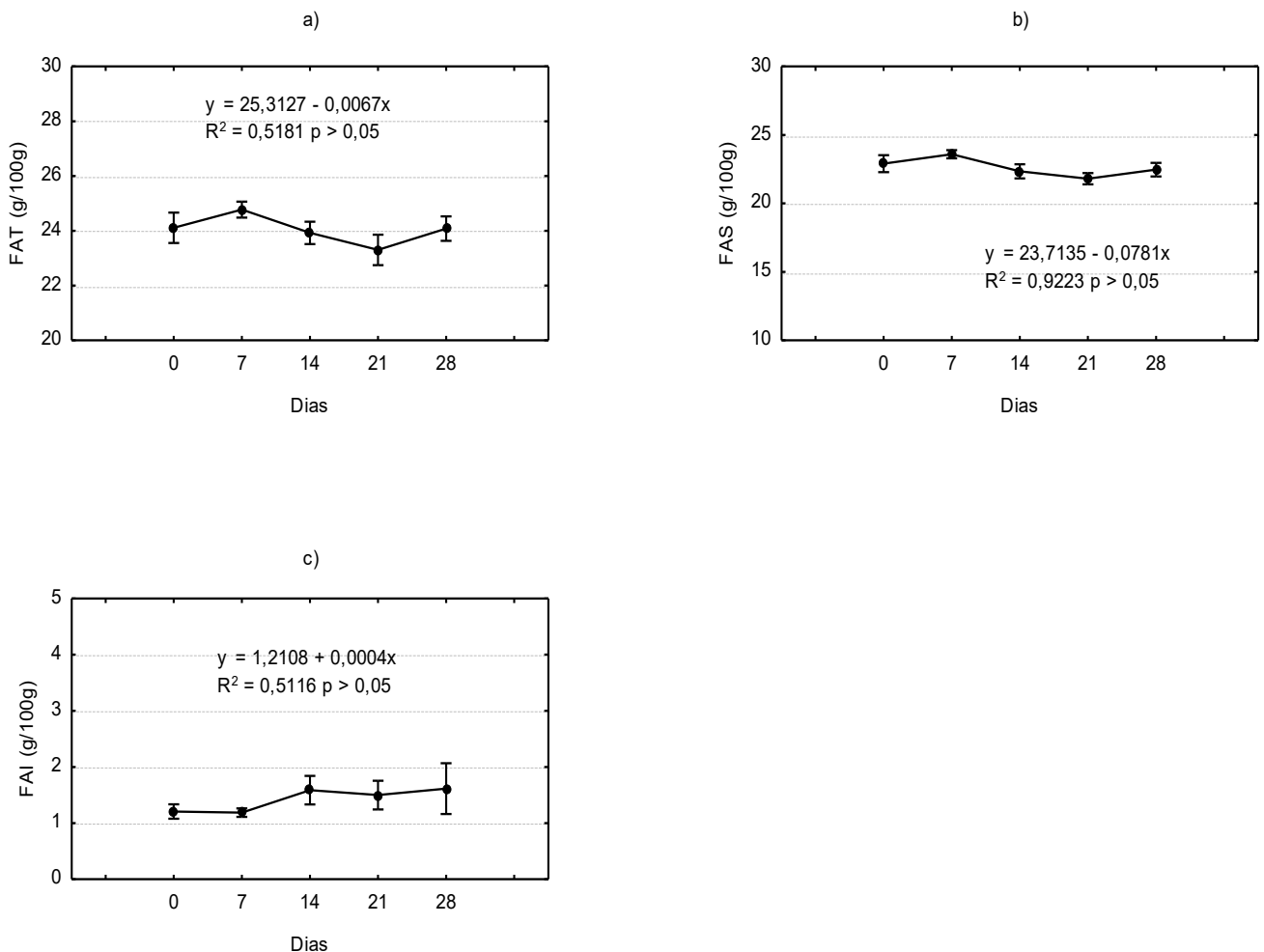
Resultados expressos em base seca ($n = 6$). Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE). AT = Açúcares totais; AR = Açúcares redutores; ANR = Açúcares não redutores.

Tais resultados demonstram que a cultura probiótica adicionada na bala não fermentou a sacarose presente na formulação. Os valores encontrados neste estudo se encontram abaixo dos descritos na literatura em diferentes formulações de balas. Vergara (2016), em estudo com balas de gelatina enriquecidas com polpa de frutas do cerrado brasileiro, verificou teores de açúcares totais em torno de 50 g/100g e açúcares redutores próximos a 14 g/100g. Hoppe, Mallmann e Oliveira (2015) encontraram variações entre 15% e 18% nos teores de açúcares não-redutores quando estudaram, tanto balas mastigáveis,

quanto balas duras, ao passo que Barbosa et al. (2018), analisando balas mastigáveis desenvolvidas à base de gelatina e adoçantes, descreveram 7,0 g/100g de açúcares não redutores e 22,5 g/100g de açúcares redutores. Tais achados indicam que o conteúdo de açúcares varia com o tipo (mastigável ou dura) e a formulação da bala.

Na Figura 6 estão os resultados referentes ao teor fibras alimentares totais, solúveis e insolúveis. O confeito elaborado no presente estudo apresentou, em média, 1,42 g/100g de fibra alimentar insolúvel, 22,62 g/100/g de fibra alimentar solúvel e 25,22 g/100g de fibra alimentar total, sendo que não houve variação nesses teores ao longo do armazenamento da bala.

Figura 6. Variação no conteúdo de fibras alimentares da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



Resultados expressos em base seca (n = 6). Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE). FAT = Fibras alimentares totais; FAS = Fibras alimentares solúveis; FAI = Fibras alimentares insolúveis;

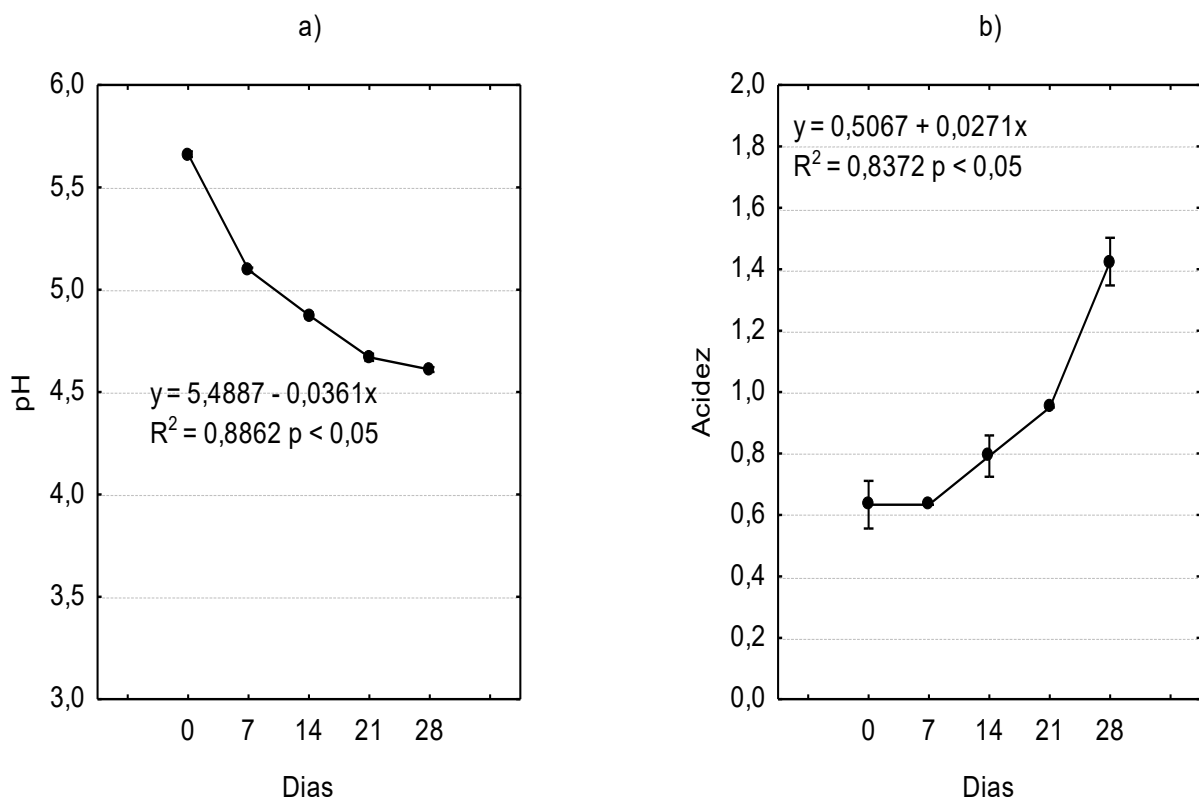
A goma acácia é composta por aproximadamente 85% de fibras alimentares solúveis (MARIOD, 2018). Além disso, essa goma já foi descrita como prebiótica (NAKOV, et al. 2019; MARIOD, 2019). Kiiru et al. (2018) relataram que a adição de goma acácia em

formulações de queijos acarretou proporcional aumento na concentração fibras alimentares do produto.

Os teores de fibras observados foram superiores aos relatados por Vieira et al. (2008), que desenvolveram balas enriquecidas com pó de erva mate, apresentando 1,0% de fibra alimentar insolúvel, 5,48 g/100g de fibra alimentar solúvel e 7,29 g/100g de fibra alimentar total. Silva, et al. (2016) relataram 1,5 g/100g de fibra alimentar insolúvel, 0,3 g/100g de fibra alimentar solúvel e 2 g/100g de fibra alimentar total, em confeitos elaborados a base de cana de açúcar, farelo de arroz extrusado e amendoim torrado.

O pH e a acidez titulável estão apresentados na figura 7. Os valores de pH (figura 7a) decaíram significativamente ($p < 0,05$) ao longo tempo armazenamento. Em contrapartida, a acidez (figura 7b) aumentou significativamente ($p < 0,05$). No dia zero, o pH da bala encontrava-se próximo a $5,66 \pm 0,04$ e a acidez titulável em $0,63\% \pm 0,2$. Ao final do armazenamento, os valores aferidos para os respectivos parâmetros foram $4,61 \pm 0,02$ e $1,4\% \pm 0,2$.

Figura 7. Variação no pH e acidez titulável da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente ($26 \sim 28 \text{ }^\circ\text{C}$)



Resultados de acidez expressos em % de ácido cítrico (n = 6). Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE).

A queda nos valores de pH, e conseqüente aumento na acidez titulável, é

esperada quando se acrescenta bactérias lácticas na produção de alimentos. Esses microrganismos podem consumir açúcares presentes na matriz alimentícia, e os principais produtos dessa reação são ácidos orgânicos, porém não foi observada redução significativa ($p > 0,05$) nos teores de açúcar ao longo do armazenamento (Figura 5). O presente estudo apontou a diminuição de aproximadamente 19% no valor do pH ao longo do armazenamento, resultados similares aos descritos por Mauro, Guergoletto e Garcia (2016) em suco de mirtilos e cenoura acrescido de *L. reuteri*, que foram armazenados a 4 °C e 28 dias. Ryan et al. (2019) apresentaram queda de aproximadamente 10% no pH de suco de manga acrescido de *L. acidophilus* estocados por cinco semanas a 4 °C. Resultados similares foram descritos por Miranda et al. (2019), em seu estudo com suco de laranja com adição de *L. casei* armazenado por 28 dias a 7 °C. Não foram encontrados estudos que avaliaram mudanças no pH ao longo do armazenamento de confeitos em geral.

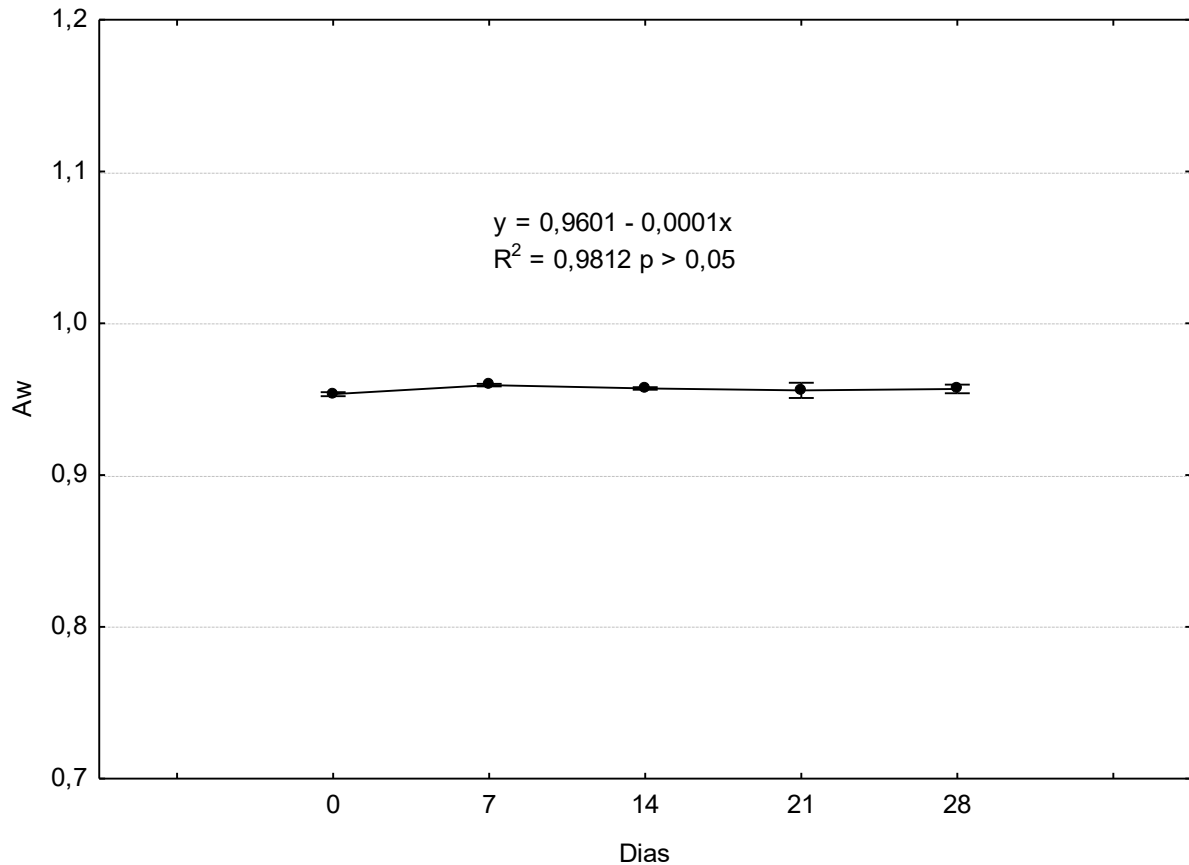
Estudos demonstraram aumento na acidez em produtos acrescidos de *L. reuteri*. Sucos elaborados por Ryan et al. (2019) e Mauro, Guergoletto e Garcia (2016) apresentaram acidez final próxima ao encontrado no confeito elaborado nesse estudo. Miranda et al. (2019), relataram aumento na concentração de ácidos orgânicos (acético, cítrico e láctico).

Os resultados de pH e acidez corroboram com a queda na sobrevivência dos microrganismos (Figura 2). A queda no pH e o aumento da acidez criam um ambiente desfavorável a sobrevivência de bactérias lácticas.

Ainda, não deve ter ocorrido fermentação da bala no período estudado, uma vez que não houve redução na concentração de açúcares presentes na bala ao longo do armazenamento (Figura 5). O aumento observado na acidez e a queda do pH podem ser resultado de atividade enzimática de enzimas provenientes de algumas bactérias lácticas mortas, que podem ter hidrolisado a goma acácia em glicosídeos menores, que por sua vez foram metabolizados pela cultura probiótica presente na bala, liberando pequenas quantidades de ácidos orgânicos (PIMENTEL et al., 2015; SHAH et al., 2010; SOHAIL et al., 2012; DING & SHAH, 2008). Conforme Batista et al. (2017), as bactérias lácticas mortas ainda podem produzir ácidos orgânicos por meio do catabolismo de aminoácidos, fator esse plausível, uma vez que dois ingredientes da formulação da bala possuem porção proteica (gelatina e goma acácia). Além disso, essa variação pode, em parte, ser devido à presença de bactéria livres na bala, que podem ser provenientes das microcápsulas que se romperam durante o preparo do confeito, e ainda pode estar relacionada temperatura armazenamento (ambiente = 26 ~ 28 °C). Cruz et al. (2010) demonstraram que a elevação da temperatura de armazenamento influencia diretamente na concentração de ácidos orgânicos (ácidos láctico e acético), produtos da fermentação láctica, em iogurtes.

A atividade de água da bala de goma acácia ao longo dos 28 dias de armazenamento está apresentada na Figura 8.

Figura 8. Variação na atividade de água da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE). (n = 6).

Não houve variação significativa na atividade de água ($p > 0,05$) ao longo dos 28 dias de armazenamento da bala em temperatura ambiente, apresentando valor médio de 0,9601. A atividade de água representa a fração da água que está livre, ou seja, disponível para reações químicas, que podem afetar a estabilidade do produto, e para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos (PERICHE et al., 2014). O confeito desenvolvido no presente estudo pode ser considerado de alta atividade de água ($a_w > 0,9$). É comum encontrar estudos que demonstrem menor de atividade de água para balas de gelatina. Miranda et al. (2020) em seu estudo com bala de gelatina acrescida de *Bacillus coagulans* e De Moura et al. (2019) (sem adição de bactérias lácticas) relataram $a_w = 0,71$ e $0,66$ respectivamente. Esses resultados indicam que produtos contendo atividade de água de intermediária a alta, favorecem a sobrevivência e eventualmente o desenvolvimento de bactérias lácticas na matriz alimentar.

Apesar de a bala apresentar atividade de água considerada alta ($a_w > 0,9$), que é favorável ao desenvolvimento de microrganismos patógenos, o confeito elaborado no presente estudo, mante-se seguro ao longo do armazenamento, conforme apresentado na Tabela 3.

4.2.3 Análise de Perfil de Textura e Cor da Bala

As Figuras 9 e 10 ilustram, respectivamente, os resultados das análises do perfil de textura e cor da bala durante o período de armazenamento. Notou-se, em relação à análise do perfil de textura, que a dureza (média = $97,83 \pm 0,3$ N), adesividade (média = $-1,84 \pm 0,5$ J), elasticidade (média = $1,0 \pm 0,02$ m), e gomosidade (média = $92,67 \pm 0,61$ N/m) não variaram, mas a coesividade decresceu em 5,16% ($p < 0,05$). Figiel e Tajner-Czopek (2006) mostraram que o teor de umidade apresenta relação inversa com a dureza, coesividade, gomosidade e elasticidade em alimentos. Esta constatação é corroborada no presente estudo, uma vez que foi observada estabilidade da umidade durante o armazenamento do confeito (Figura 4) e dos mesmos parâmetros de textura, exceto a coesividade.

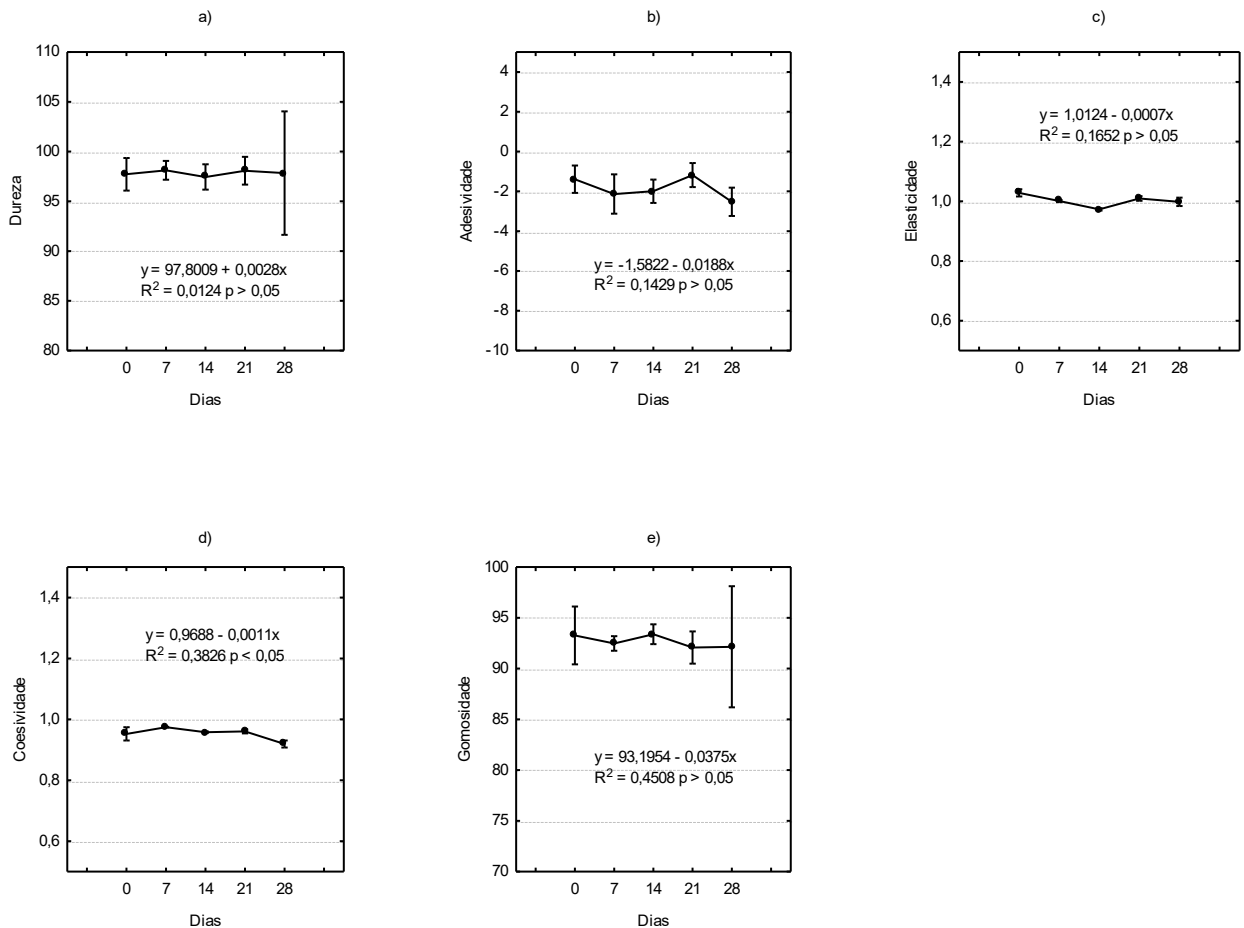
Não foi possível chegar a uma conclusão clara do que pode ter ocasionado a variação na coesividade da bala ao longo do armazenamento. Estudos propõem que alimentos elaborados com a mistura de açúcares e hidrocoloides podem sofrer mudanças na coesão devido a possíveis interações entre essas moléculas que porventura viriam a ocorrer ao longo do tempo (HANNA et al. 2005; GASPAR et al., 1998;).

Os valores da dureza e gomosidade encontrados neste estudo foram relativamente baixos quando comparados aos descritos por Zainol et al. (2020) que empregaram goma acácia e gelatina em diferentes proporções na bala elaborada. Os autores também notaram que quanto maior a razão goma/gelatina, menor era a dureza do produto e que a mistura de gelatina com goma acácia pode aumentar a gomosidade do produto. Os valores desses dois parâmetros também foram inferiores aos observados por Amjadi et al. (2018) em balas.

Em estudo com formulações de um confeito de yacon adicionado de diferentes geleificantes, Maldonado et al. (2008) afirmaram que a concentração de goma acácia utilizada na formulação de balas influencia diretamente no perfil de textura do produto. Aumentando a concentração de goma acácia os pesquisadores verificaram aumento em todos os parâmetros de textura exceto a coesividade que apresentou propriedade inversa.

Ao longo do armazenamento, o confeito sofreu alteração na sua coloração em relação aos parâmetros a^* e b^* ($p < 0,05$). Porém, no que diz respeito ao parâmetro L^* , não foi observada diferença ($p > 0,05$). Ainda, os valores de L^* indicam que o confeito elaborado apresentou luminosidade intermediária entre o claro e escuro.

Figura 9. Variação no perfil de textura da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



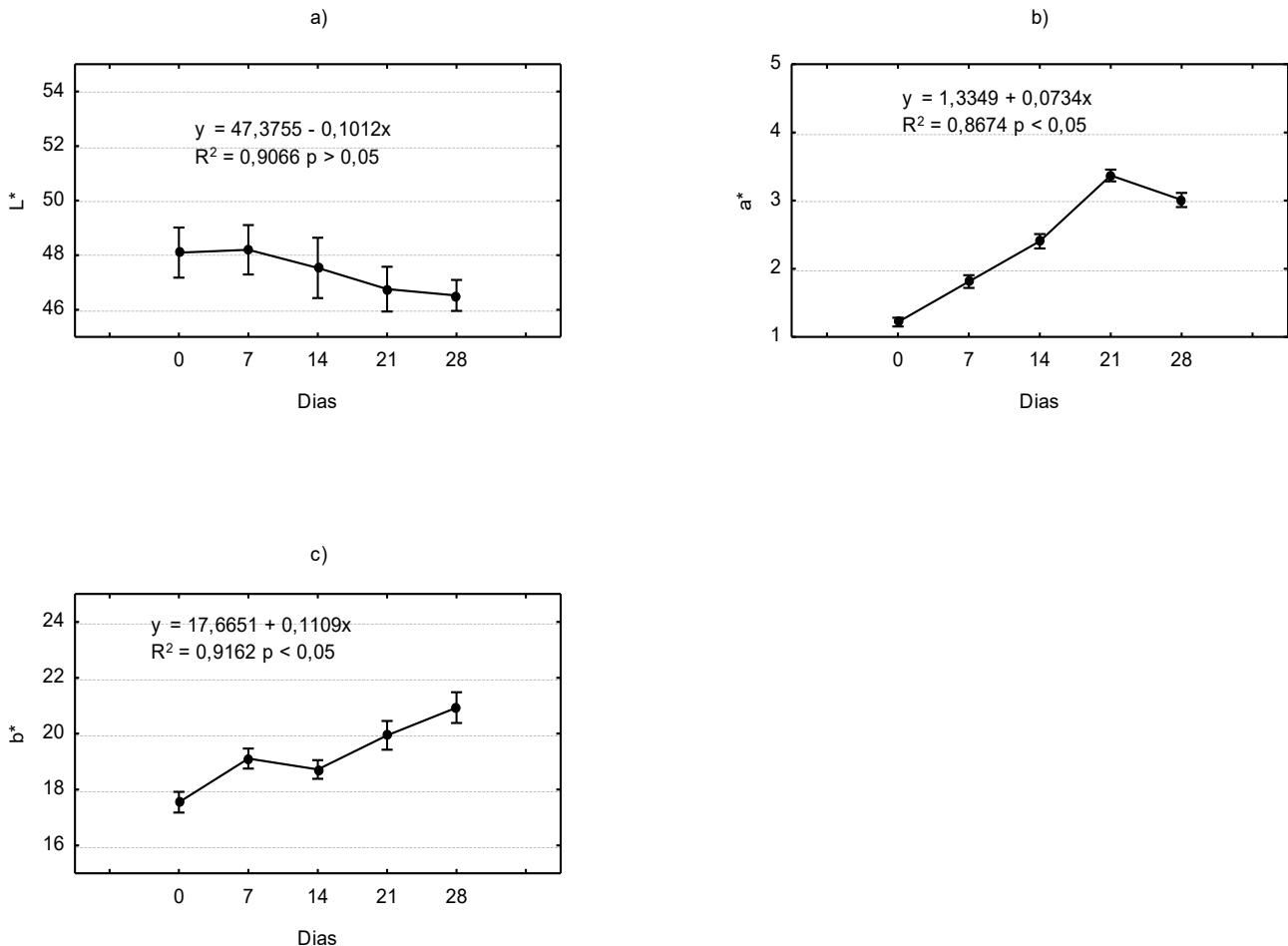
Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE). (n = 6). Dureza (N) adesividade (N.m), elasticidade, coesividade e gomosidade (N).

Os parâmetros a^* e b^* aumentaram ($p < 0,05$) ao longo do armazenamento da bala, sendo, no dia zero, $a^* = 1,22 \pm 0,3$ e $b^* = 17,55 \pm 1,7$, e no dia 28, $a^* = 3,01 \pm 0,5$ e $b^* = 20,93 \pm 2,6$, indicado a intensificação das cores vermelha e amarela respectivamente.

A goma acácia tem coloração amarelo claro (RAHAYU, 2013). Notou-se que quando a goma foi misturada com a gelatina e o glicerol, durante o preparo da bala, a cor amarela translúcida tornou-se mais opaca e adquiriu leves tons alaranjados. O aumento dos valores de a^* pode ser o resultado da reação de Maillard, que é uma reação de escurecimento não enzimático que ocorre pelo ataque nucleofílico do grupo α -carbonílico de um açúcar redutor ao grupamento amina de uma proteína. A composição do alimento influencia diretamente na velocidade em que essa reação ocorre. Alguns açúcares redutores reagem

com aminoácidos em maior velocidade. A arabinose, glicosídeo abundante na goma acácia, é um dos mais reativos, seguido da glicose e da frutose, que também estavam presentes no confeito elaborado nesse estudo. Dentre os aminoácidos com maior reatividade está a lisina (um dos aminoácidos que compõe a gelatina, que foi outro ingrediente da bala elaborada), que é de duas a três vezes mais reativa que os demais aminoácidos em se tratando de uma reação de escurecimento não enzimático. Devem-se considerar ainda os demais aminoácidos presentes na gelatina e na goma acácia. Também a alta umidade da bala, favorece a ocorrência da reação de Maillard. A união de todos esses fatores aliada a temperatura de armazenamento (26 – 28 °C) ao longo dos 28 dias de armazenamento favoreceram o escurecimento da bala (SHIBAO & BASTOS, 2011).

Figura 10. Variação nos parâmetros L*, a* e b* da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE). (n = 6). L* = 0 (preto) a 100 (branco), a* = coordenada vermelho (+)/verde (-) e b* = coordenada amarelo (+)/azul (-).

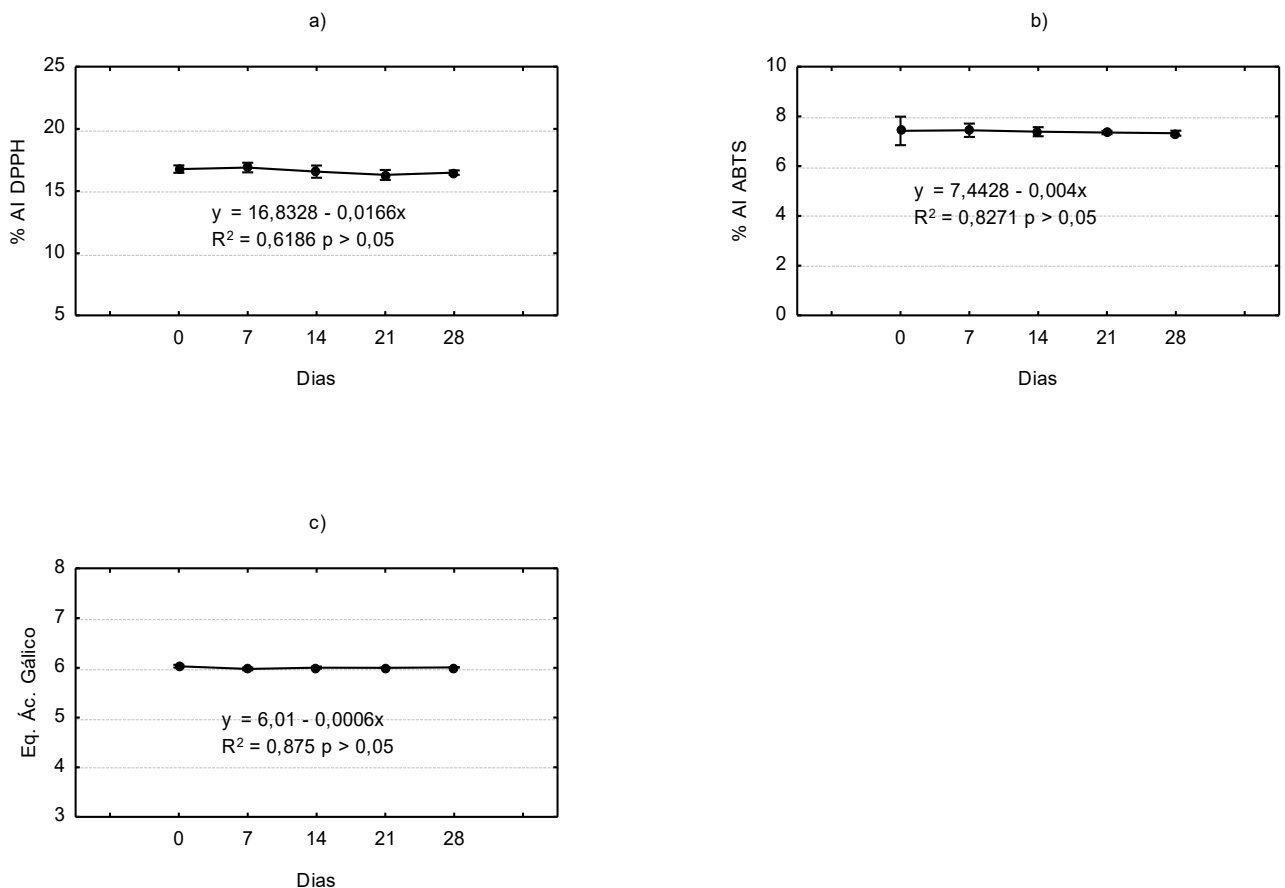
Cabe ressaltar que a coloração das microcápsulas probióticas presentes na bala apresentavam coloração esbranquiçada (visível a olho nu), portanto podem ter influenciado nos resultados observados. Não foram encontrados estudos que relatam a

influência do óleo essencial de capim-limão na coloração de alimentos, mas ele também pode influenciar, apesar da pequena concentração utilizada na formulação, pois apresenta uma colocação amarelo claro (HARTATIE et al. (2019).

4.2.4 Atividade Antioxidante da Bala

A Figura 11 apresenta os resultados da atividade antioxidante da bala ao longo do armazenamento.

Figura 11. Variação da capacidade antioxidante da bala durante o armazenamento em temperatura ambiente (26 ~ 28 °C)



Barras indicam o desvio-padrão das médias ($\pm 0,95$ SE). (n = 6). (a) = % inibição do radical DPPH. (b) = % de inibição do radical ABTS. (c) concentração de compostos fenólicos na bala.

Ao longo do armazenamento não foi notada alteração da atividade antioxidante e da concentração de compostos fenólicos da bala ($p > 0,05$). Foi observada aproximadamente $16,6\% \pm 0,7$ de inibição do radical DPPH, $7,38\% \pm 0,7$ de inibição do radical ABTS e a presença de $6 \pm 0,04$ mg de equivalentes de ácido gálico em 100 gramas de bala. Esses valores estão próximos aos descritos por Karoi et al. (2007), em seu estudo comparando diversas cultivares de chá verde de origem chinesa e japonesa cuja porcentagem

de inibição do radical DPPH foi de aproximadamente 12% para ambas as cultivares. Cabe ressaltar que confeito elaborado nesse estudo demonstrou ser uma alternativa na gama de alimentos funcionais, uma vez que sua atividade antioxidante foi superior a encontrada em chás verdes, que devido a sua composição química rica em compostos bioativos, são considerados bons antioxidantes (KAROI et al., 2019). A bala desenvolvida no presente estudo apresentou menores percentuais de inibição do radical ABTS quando comparada a sucos de vegetais e frutas. Peter et al. (2011), relataram percentuais de inibição variando de 23 até 92%.

A atividade antioxidante da bala tem origem na sua formulação. Diversos estudos apontam que a goma acácia possui capacidade de combater radicais livres (HAMDANI et al., 2018; MIRGHANI et al., 2018; MUZZAFAR et al., 2016; ZAINOL et al., 2020). Uzunugbe et al. (2019) demonstraram a presença de diversos fitoquímicos na composição da goma acácia, tais como, terpenóides, taninos, flavonóides etc., compostos esses, que apresentam atividade antioxidante comprovada. Ainda, conforme Galego et al. (2016) a gelatina também pode apresentar atividade antioxidante. O óleo essencial de capim limão também apresenta atividade antioxidante e altos teores de compostos fenólicos, conforme mostrado por Kieling e Prudencio (2019). Além disso, diversos estudos apontam a atividade antioxidante advinda das bactérias probióticas (SPYROPOULOS et al., 2011; SAH et al., 2014; MISHRA et al., 2015;). Begunova et al. (2021), em estudo com leite bovino fermentado por *L. reuteri*, apontaram que essa bactéria promoveu o aumento e estabilidade capacidade antioxidante do leite por meio da formação de peptídeos bioativos durante a fermentação, porém mais estudos são necessários afirmar que a formação de peptídeos bioativos possa ter ocorrido na bala durante o armazenamento, uma vez que não se pode descartar a possibilidade de bactérias livres das microcápsulas terem fermentado o confeito, o que causou o aumento da acidez (Figura 7).

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cabe ressaltar que a ocorrência da pandemia de Covid – 19 durante o período do desenvolvimento deste estudo interferiu nas análises e aquisição de resultados. Sabe-se da importância da análise sensorial, empregando avaliadores humanos, do confeito elaborado, mas devido às restrições sanitárias de saúde impostas pela pandemia não foi possível a realização da análise dentro do prazo da pesquisa.

5 CONCLUSÕES

Tendo em vista a crescente busca por alimentos cujo propósito seja não apenas saciar, mas que também agregue algum benefício à saúde do consumidor, o presente estudo demonstrou a viabilidade da produção de um novo confeito (bala) alternativo que atenda a essas expectativas.

Foi possível constatar a atividade prebiótica da goma acácia, estando a mesma presente na formulação base do confeito alvo deste estudo, e demonstrado sua capacidade de favorecer a proliferação de bactérias benéficas ao trato gastrointestinal humano. Além disso, a goma acácia demonstrou ser eficaz na proteção de bactérias lácticas quando utilizada como agente formador da parede das microcápsulas contendo probióticos.

A presença de óleo essencial de capim-limão não trouxe prejuízos à formulação, uma vez que sua presença não afetou nas propriedades tecnológicas da bala ou a sobrevivência das culturas probióticas utilizadas, mas o uso desse óleo ainda agrega propriedades antioxidantes à bala.

Neste estudo foi possível afirmar que a temperatura de armazenamento da bala interfere significativamente na sobrevivência das bactérias lácticas, quando acondicionadas no meio testado (bala).

Mais estudos se fazem necessários para testar se esse confeito se adequa a outras culturas probióticas, outras formas de armazenamento, e se a utilização de outros óleos essenciais não afeta a proliferação de bactérias lácticas.

Diante do exposto acima, é possível afirmar que o confeito (bala) idealizado nessa pesquisa apresenta-se como boa alternativa de alimento com propriedades funcionais e de saúde, promovendo melhor qualidade de vida aos consumidores.

REFERÊNCIAS

- ABIAD - **Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Côngeneres**. Disponível em: <<http://www.abiad.org.br>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2022.
- ABDRABOU, A. M.; OSMAN, E. Y.; ABOUBAKR, O. A. Comparative therapeutic efficacy study of Lactobacilli probiotics and citalopram in treatment of acute stress-induced depression in lab murine models. **Human Microbiome Journal**, [S. l.], v. 10, p. 33-36, 1 dez. 2018.
- 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**. Vol. 93, p. 499–505, 2018.
- ALAGAWANY, M.; EL-SAADONY, M.T.; ELNESR, S.S.; FARAHAT, M.; ATTIA, G.; MADKOUR, M.; REDA, F.M. Use of lemongrass essential oil as a feed additive in quail's nutrition: its effect on growth, carcass, blood biochemistry, antioxidant and immunological indices, digestive enzymes and intestinal microbiota. **Poultry Science**, [S. l.], v. 100, n. 6, p. 1-8, 31 jan. 2022.
- ALAM, N; BRISTI, N. J.; RAFIQUZZAMAN, M. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v.21, p.143–152. 2013.
- ALMEIDA, T. S.; ROCHA, J. B. T.; RODRIGUES, F. F. G.; CAMPOS, A. R.; COSTA, J. G. M.; Chemical composition, antibacterial and antibiotic modulatory effect of *Croton campestris* essential oils. **Industrial Crops and Products**, v. 44, p. 630– 633, 2013.
- AL-BAADANI, H.H.; AL-MUFARREJA, S. I.; AL-GARADI, M. A.; ALHIDARY, I. A.; AL-SAGAN, A. A.; AZZAM, M. M. The use of gum Arabic as a natural prebiotic in animals: A review. **Animal Feed Science and Technology Volume 274, April 2021, 114894**, [S. l.], v. 274, p. 1-10, 30 abr. 2021.
- AL-SAGHEER, A. A.; MAHMOUD, H. K.; REDA, F. M.; MAHGOUB, S. A.; AYYAT, M. S. Supplementation of diets for *Oreochromis niloticus* with essential oil extracts from lemongrass (*Cymbopogon citratus*) and geranium (*Pelargonium graveolens*) and effects on growth, intestinal microbiota, antioxidant and immune activities. **Aquaculture Nutrition**, [S. l.], v. 24, n. 3, p. 1006-1014, 17 out. 2017.
- AL-SHERAJI, S. H.; ISMAIL, A.; MANAP, M. Y.; MUSTAFA, S.; YUSOF, R. M.; HASSAN, F. A. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of Functional Foods**. 2013, 5, 1542-1553.
- AMARAL, A.G.; SANTOS, E. N. F.; Análise sensorial: testes discriminativos, descritivos e afetivos. **Anais do I Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 1-7, 2017.
- AMBRIZ-PÉREZ, D. L.; LEYVA-LÓPEZ, N.; GUTIERREZ-GRIJALVA, E. P.; HEREDIA, J. B. Phenolic compounds: Natural alternative in inflammation treatment. A Review. **Cogent Food & Agriculture** , [S. l.], v. 2, p. 1-14, 5 maio 2016.
- AMES, C. W.; *Lactobacillus casei* CSL3: imobilização celular em aveia e aplicação como cultura probiótica na produção de iogurte. Dissertação - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Universidade Federal de Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.
- ANDRADE, M. I. S.; **Consumo alimentar de micronutrientes antioxidantes e resistência à insulina em adolescentes brasileiros**. 2019. 103 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 21st ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 2019. 1141 p.

- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: Teoria e prática**. 5ª ed., Viçosa: Editora UFV, 2011. 601p.
- AREPALLY, D.; GOSWAMI, T. K. Effect of inlet air temperature and gum Arabic concentration on encapsulation of probiotics by spray drying. **LWT-Food Science and Technology**, [S. l.], v. 99, p. 583-593, 2019.
- ARUOMA, O.I. Free radicals, oxidative stress and antioxidants in human health and disease. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.75, n.2, p.199-212, 1998.
- AWIKA, J.M. et al. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. **Journal of agriculture and food chemistry**. v.51, n.23, p.6657- 6662, 2003.
- BAGANHA, S. C.; PEREIRA, E. A. A.; **Avaliação nutricional e o consumo de antioxidantes durante tratamento quimioterápico**. Revista da Associação Brasileira de Nutrição, [s. l.], p. 1-7, 2019.
- BALLEN, S. C.; GRABOSKI, A. M.; MANZOLI, A.; STEFFENS, J.; STEFFENS, C.; Monitoring aroma release in gummy candies during the storage using electronic nose. **Food Analytical Methods**, [S. l.], p. 1-10, 3 2019.
- BANSAL, S.; MANGAL, M.; SHARMA, S. K.; GUPTA, R K.; Non-dairy based probiotics: a healthy treat for intestine, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 56:11, 1856-1867, DOI: 10.1080/10408398.2013.790780. (2016).
- BARBOSA, M. P.; ROSA, R. L. C. I. F.; BOTELHO, R. V.; BOMBARDELLI, M. C. M.; Caracterização e avaliação sensorial de balas com colágeno e adoçantes. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.20, no .2, Jul/Dez, 2018.
- BAÚ, T. R.; SILVA, L. C.; GARCIA, S.; IDA, E. I.; Propriedades funcionais tecnológicas das fibras de soja, aveia e trigo e produtos de soja com adição de fibras e fermentados com cultura de kefir. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 3093-3102, 2012.
- BEGUNOVA, A. V.; SAVINOVA, O. S.; GLAZUNOVA, O. A.; MOISEENKO, K. V.; ROZHKOVA, I. V.; FEDOROVA, T. V.; Development of antioxidant and antihypertensive properties during growth of *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus reuteri* on cow's milk: Fermentation and Peptidomics Study. **Foods**, [S. l.], v. 10, n. 17, p. 1-11, 2021.
- BENZIE, I. F. F; STRAIN, J. J. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 15-27. 1999.
- BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia** [s. l.], v. 57, ed. 3, p. 397-405, 2013.
- BEZERRIL, F. F.; PIMENTEL, T. C.; SANT'ANA, A. M. S.; SOUZA, M. F. V.; MEDEIROS, L. L.; GALVÃO, M.; MADRUGA, M. S.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MAGNANI, M.; *Lactocaseibacillus casei* 01 improves the sensory characteristics in goat milk yogurt added with xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) jam through changes in volatiles concentration. **LWT**, v. 154, 2022.
- BISANZ, J. E.; ENOS, M. K.; MWANGA, J. R.; CHANGALUCHA, J.; BURTON, J. P.; GLOOR, G. B.; REID, G. Randomized open-label pilot study of the influence of probiotics and the gut microbiome on toxic metal levels in Tanzanian pregnant women and school children. **mBio**. 2014.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 10 de julho de 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 mai. 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

CANO-LAMADRID, M.; CALÍN-SÁNCHEZ, Á.; CLEMENTE-VILLALBA, J.; HERNÁNDEZ, F.; A. CARBONELL-BARRACHINA, Á.; SENDRA, E.; WOJDYŁO, A.; Quality parameters and consumer acceptance of jelly candies based on pomegranate juice “mollar de elche”. **Foods**, [S. l.], v. 9, n. 516, p. 1-17, 9 set. 2020.

CARVALHO, A. F. A.; DE OLIVA NETO, P.; DA SILVA, D. F.; PASTORE, G. M. Xylo-oligosaccharides from lignocellulosic materials: chemical structure, health benefits and production by chemical and enzymatic hydrolysis. **Food Research International**. n. 51, p. 75-85. 2013.

CASAGRANDE, R. et al. In vitro evaluation of quercetin cutaneous absorption from topical formulations and its functional stability by antioxidant activity. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 328, p. 183–190, 2007.

CHAMPAGNE, C. P.; CRUZ, A. G.; DAGA, M.; Strategies to improve the functionality of probiotics in supplements and foods, **Current Opinion in Food Science**, v. 22, p. 160-166, 2018.,

CHANDRA, P.; SHARMA, R. K.; ARORA, D. S. Antioxidant compounds from microbial sources: A review. **Food Research International**, [S. l.], v. 129, p. 1-10, 31 mar. 2019.

CHÁVARRI, M. et al. Microencapsulation of a probiotic and prebiotic in alginate- chitosan capsules improves survival in simulated gastro-intestinal conditions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 142, p. 185-189, 2010.

CHUNDAKKATTUMALAYIL, H.C.; KUMAR, S.; NARAYANAN, R.; THALAKATTIL RAGHAVAN, K. Role of *L. plantarum* KX519413 as Probiotic and Acacia Gum as Prebiotic in Gastrointestinal Tract Strengthening. **Microorganisms**, v. 7, p. 659. 2019.

CHWASTEK, A.; KLEWICKA, E.; KLEWICKI, R.; SOJKA, M.; Lactic acid fermentation of red beet juice supplemented with waste highbush blueberry–sucrose osmotic syrup as a method of probiotic beverage production. **Journal of Food Processing and Preservation**. Vol. 40, p. 780–789, 2016.

COSTA, A. S. G. et al. Teas, dietary supplements and fruit juices: A comparative study regarding antioxidant activity and bioactive compounds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 49, p.324-328, 2012.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B.; **Alimentos Funcionais – Componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Ed. Rúbio, 2ª ed., São Paulo. 2016.

CRUZ, A. G.; WALTER, E. H. M.; CADENA, R. S.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A.; PINHEIRO, H. P.; SANT'ANA. A. S.; Survival analysis methodology to predict the shelf-life of probiotic flavored yogurt **Food Research International**., Vol. 43, pp. 1444-1448, 2010.

- CUOMO, F.; LACOVINO, S.; MESSIA, M. C.; SACCO, P.; LOPEZ, F.; Protective action of lemongrass essential oil on mucilage from chia (*Salvia hispanica*) seeds. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 105, 2020.
- DAI, H.; LI, X.; DU, J.; MA, L.; YU, Y.; ZHOU, H.; GUO, T.; ZHANG, Y.; Effect of interaction between sorbitol and gelatin on gelatin properties and its mechanism under different citric acid concentrations, **Food Hydrocolloids**, v.101, 2020.
- DEPOORTER, L.; VANDENPLAS, Y. Probiotics in Pediatrics. A Review and Practical Guide. **Nutrients**. v. 13, 2021.
- DEWI, E. N.; KURNIASIH, R. A.; PURNAMAYATI, L.; The application of microencapsulated phycocyanin as a blue natural colorant to the quality of jelly candy. **Environmental Earth Sciences**. v. 116 2018.
- DE MOURA, S. C., BERLING, C. L., GARCIA, A. O., QUEIROZ, M. B., ALVIM, I. D., & HUBINGER, M. D. Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. **Food Research International**, vol. 121, 542–552. 2019.
- DING, W.K.; SHAH, N.P.; Survival of free and microencapsulated probiotic bacteria in orange and apple juices. **International Food Research Journal**, v. 15, pp. 219-232. 2008.
- Du, J.; Dai, H.; Wang, H.; Yu, H.; Zhu, H.; Fu, Y.; Ma, L.; Peng, L.; Li, L.; Wang, Q.; Zhang, Y.; Preparation of high thermal stability gelatin emulsion and its application in 3D printing, **Food Hydrocolloids**, v.113, 2021.
- ETTINGER, G.; MACDONALD, K.; REID, G.; BURTON, J. P. The influence of the human microbiome and probiotics on cardiovascular health. **Gut microbes**. V. 5, p. 719-728. 2014.
- FADINI, A. L.; FACCHINI, F.; QUEIROZ M. B.; ANJOS, V. D. A.; YOTSUYANAGI, K.; Influência de diferentes ingredientes na textura de balas moles produzidas com e sem goma gelana. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 21, n. 1, jan/jun, Curitiba, 2003.
- FAO/WHO**. Probiotics in food. Health and nutritional properties and guidelines for evaluation. FAO Food and Nutrition Paper No. 85. Rome, 2006.
- FARIAS, T. G. S.; STAMFORD, T. C. M.; RIBEIRO, V. M. S.; LADISLAU, H. F. L.; MEDEIROS, J. A. C.; ARNAUD, T. M. S.; STAMFORD, T. L. M. alimentos simbióticos: uso da co-encapsulação como forma de veiculação de probióticos e prebióticos. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S. l.], v. 4, p. 39-58, 31 jan. 2021.
- FERNANDES, M. S.; GARCIA, R. K. **Princípios e inovações em ciência e tecnologia de alimentos**. Rio de Janeiro: Editora AMCGUEDES, 2015. 363p.
- FIGIEL, A.; TAINER-CZOPEK, A.; The effect of candy moisture content on texture. **Journal of Foodservice**. Vol. 17, n. 4, 2006.
- FIGUEROA-GONZÁLEZ, I.; RODRÍGUEZ-SERRANO, G.; GÓMEZ-RUIZ, L.; GARCÍA-GARIBAY, M.; CRUZ-GUERRERO, A. Prebiotic effect of commercial saccharides on probiotic bacteria isolated from commercial products. **Food Science and Technology**, [S. l.], v. 36, n. 3, p. 1-10, 31 jul. 2019.
- FONTOURA, L. M.; CORREA, A. F.; VICENTE, J.; MELEIRO, C. H. A.; F. B., FORALOSSO. Formulações de balas enriquecidas com ferro, cálcio, beta-caroteno, licopeno e vitamina C. **Acta Tecnológica**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 36-43, 2013.
- FOOD INGREDIENTS BRAZIL**. Dossiê gomas. N° 17. 2015. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/441.pdf>. Acesso em: 09 de maio de 2019.
- FORD, L.; THEODORIDOU, K.; SHELDRAKE, G.N.; WALSH, P. J. A critical review of analytical methods used for the chemical characterisation and quantification of phlorotannin

compounds in brown seaweeds. **Phytochemical Analyses**, [S. l.], v. 30, n. 6, p. 587-599, 1 dez. 2019.

GARCIA, T. PENTEADO, M. V. C.; Qualidade de balas de gelatina fortificadas com vitaminas A, C e E. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.**, Campinas, 25(4): 743-749, out.-dez. 2005.

GASPAR, C., LAUREANO, O. and SOUSA, I. 1998. Production of reduced-calorie grape juice jelly with gellan, xanthan and locust bean gums: Sensory and objective analysis of texture. **Z Lebensm Unters Forsch.** 206(3), 169– 174.

GEORGETTI, S.R. et al. Spray drying of the soybean extract: Effects on chemical properties and antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, 41, p.1521–1527, 2008.

GHAFFARLOO, M. H.; JOUKI, M.; TABARI, M. Production and characterization of synbiotic Doogh, a yogurt-based Iranian drink by gum arabic, ginger extract and *B. bifidum*. **Journal of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 57, p. 1158-1166, 31 jan. 2020.

GHASEMPOUR, Z.; JAVANMARD, N.; LANGROODI, A. M.; ALIZADEH-SANI, M.; EHSANI, A.; KIA, E. M.; Development of probiotic yogurt containing red beet extract and basil seed gum; techno-functional, microbial and sensorial characterization, **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, Vol. 29, 2020.

GOK, S. TOKER, O. S.; PALABIYIK, I.; KONAR, N.; Usage possibility of mannitol and soluble wheat fiber in low calorie gummy candies, **LWT**, Vol. 128, 2020.

GONÇALVES, A. O. S.; DAVID, G. Q.; SILVA, M. P.; PERES, W. M.; YAMASHITA, O. M.; Avaliação sensorial e aceitação comercial do cogumelo comestível *Pleurotus florida*. **Revista de Agricultura Neotropical**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 92-98, 2017.

GOVENDER, M.; CHOONARA, E. Y.; KUMAR, P.; DU TOIT, L. C.; VAN VUUREN, S.; PILLAY, V.; A review of the advancements in probiotic delivery: Conventional vs. nonconventional formulations for intestinal flora supplementation. **AAPS Pharm. Sci. Tech.**, v. 15, n. 1, p. 29-43, 2014.

GRANATO, D.; BARBA, F. J.; BURSAĆ KOVAČEVIĆ, D.; LORENZO, J. M.; CRUZ, A. G.; PUTNIK, P. Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. **Annual Review of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 11, p. 93-118, 31 mar. 2020.

GUERGOLETTI, K. B.; FARINAZZO, F. S.; MAURO, C. S. I.; FERNANDES, M. T. C.; ALVES, G.; PRUDÊNCIO, S. H.; GARCIA, S.; Nondairy probiotic and prebiotic beverages: applications, nutrients, benefits, and challenges. *In: nutrients in beverages: The Science of beverages volume 12*. 1. ed. United Kingdom: Woodhead Publishing, 2019. v. 12, cap. 08, p. 277-314. ISBN 978-0-12-816842-4.

GULCIN, I. Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. **Archives of Toxicology**, v. 94, p. 651–715, 2020.

HAMDANI, A. M.; WANI, I. A.; BHAT, N. A.; MASOODI, F.A.; Chemical composition, total phenolic content, antioxidant and antinutritional characterization of exudate gums, **Food Bioscience**, Vol. 23, p. 67-74, 2018.

HANDAYANI, R.; CHRISTINE, M.; ANDERS, B.; Purslane (*Portulaca oleracea L.*) Leaves extract addition in jelly candy making. **ASEAN Food Conference**. 2019.

HARTATIE, E. S.; PRIHARTINI, I.; WIDODO, W.; WAHYUDI, A. Bioactive Compounds of Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil from different parts of the plant and distillation methods as natural antioxidant in broiler meat. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [S. l.], v. 532, p. 1-10, 31 jan. 2019.

HEKMAT, S.; SOLTANI, H.; REID, G.; Growth and survival of *Lactobacillus reuteri* RC-14 and *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 in yogurt for use as a functional food. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. Vol. 10, p. 293–296. 2009.

- HENRY, C. J. Functional foods. **European Journal of Clinical Nutrition**. n. 64, p. 657-659, 2010.
- HILL, C., GUARNER, F., REID, G. *et al.* The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature Reviews Gastroenterol Hepatol** v. 11, p. 506–514, 2014.
- HOPPE, C. D.; MALLMANN, P. R.; OLIVEIRA, E. C.; Determinação de umidade em balas duras e balas mastigáveis. **Revista Destaques Acadêmicos**, vol. 7, n. 4, 2015.
- HUEBNER, J.; WEHLING, R.I.; HUTKINS, R. W.; Functional activity of commercial prebiotics. **International Dairy Journal**, v. 17, n. 7, p.770-775, jul. 2007. Elsevier BV.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- IGLESIAS, M. J.; Presente y futuro de los alimentos funcionales. In: Inglesias M. J.; Alejandro, A. P.; (Coord.). Alimentos saludables y de diseño específico. **Alimentos funcionales**. 1ª ed. Madrid: Ed. IM&C, p. 29-44, 2010.
- IMESON, Alan. **Food Stabilizers, Thickeners and Gelling Agents**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010. 368 p. v. 1. ISBN 978-1-405-13267-1.
- JĘDRUSEK-GOLIŃSKA, A, GÓRECKA, D, BUCHOWSKI, M, WIECZOROWSKA-TOBIS, K, GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A, SZYMANDERA-BUSZKA, K. Recent progress in the use of functional foods for older adults: A narrative review. **Comprehensive reviews in food science and food safety**. v. 19 p. 835– 856, 2020.
- KARAMAN, S.; OZCAN, T. Determination of gelation properties and bio-therapeutic potential of black carrot fibre-enriched functional yoghurt produced using pectin and gum arabic as prebiotic. **International Journal of Dairy Technology**, [S. l.], v. 74, n. 3, p. 505-517, 31 mar. 2021.
- KARORI, S. M.; WACHIRA, F. N.; WANYOKO, J. K.; NGURE, R. M.; Antioxidant capacity of different types of tea products. **African Journal of Biotechnology** Vol. 6 (19), pp. 2287-2296, 2007.
- KAZEMI, A.; NOORBALA, A. A.; AZAM, K.; ESKANDARI, M. K.; DJAFARIAN, K.; Effect of probiotic and prebiotic vs placebo on psychological outcomes in patients with major depressive disorder: A randomized clinical trial, **Clinical Nutrition**, v. 38, n. 2, p. 522-528, 2019.
- KEMSAWASD, V.; CHAIKHAM, P.; RATTANASENA, P.; Survival of immobilized probiotics in chocolate during storage and with an in vitro gastrointestinal model. **Food Bioscience**, Vol. 16, pp 37-43, 2016.
- KIELING, D. D. Aplicação de derivados de capim-limão em alimentos e bebidas e avaliação das propriedades físico-químicas, antioxidantes e sensoriais. 2016. 131 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.
- KIELING , D. D.; PRUDENCIO, S. H.; Blends of lemongrass derivatives and lime for the preparation of mixed beverages: antioxidant, physicochemical, and sensory properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 99, p. 1302-1310, 2019.
- KIIRU, S. N.; MAHUNGU, S. M.; OMWAMBA, M. Preparation and analysis of goat milk mozzarella cheese containing soluble fiber from *Acacia senegal* var. *kerensis*. **African Journal of Food Science**. Vol. 12(3) pp. 46-53, 2018.
- KRASAEKOOPT, W.; WATCHARAPOKA, S. Effect of addition of inulin and galactooligosaccharide on the survival of microencapsulated probiotics in alginate beads coated with chitosan in simulated digestive system, yogurt and fruit juice. **Food Science and Technology**, v. 57, p. 761-766, 2014.

KRUMBECK, J. A.; WALTER, J.; HUTKINS, R. W. Synbiotics for Improved Human Health: Recent Developments, Challenges, and Opportunities. **Annual Review of Food Science and Technology**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 451-479, 31 jul. 2018.

KURT, A.; BURSA, K.; TOKER, O. S. Gummy candies production with natural sugar source: Effect of molasses types and gelatin ratios. **Food Science and Technology International**, [S. l.], p. 1-10, 10 fev. 2021.

LAKHO, A. B. J.; SOOMRO, A. H.; Hammad, H.H.M.; Effects of pectin on the reducing and non-reducing sugar and total sugar percentage of date jam. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 84-87, jan. 2017.

LAKSHMANANA, A. P.; AL ZA'ABIB, M.; ALIB, B. H.; TERRANEGRA, A. The influence of the prebiotic gum acacia on the intestinal microbiome composition in rats with experimental chronic kidney disease. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, [S. l.], v. 133, p. 1-10, 31 jan. 2021.

LELE, V.; RUZAUSKAS, M.; ZAVISTANAVICIUTE, P.; LAURUSIENE, R.; RIMENE, G.; KIUDULAITE, D.; TOMKEVICIUTE, J.; NEMEIKSTYTE, J.; STANKEVICIUS, R.; BARTKIENE, E.; Development and characterization of the gummy-supplements, enriched with probiotics and prebiotics, **CyTA - Journal of Food**, 16:1, 580-587, DOI: 10.1080/19476337.2018.1433721. 2018.

LI, X.; FANG, Y.; ZHANG, H.; NISHINARI, K.; AL-ASSAF, S.; PHILLIPS, G. O. Rheological properties of gum arabic solution: From Newtonianism to thixotropy. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 25, n. 3, p. 293-298, 31 maio 2011.

MAJEWSKA, E.; KOZOWSKA, M.; GRUCZYNSKA-SKOWSKA, E.; KOWALSKA, D.; TARNOWSKA, K.. Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil: extraction, composition, bioactivity and uses for food preservation: a review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, [s. l.], v. 69, n. 4, p. 324-341, 2019.

MALDONADO, S.; SINGH, J. C.; Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Vol. 28, n. 2: 429-434, abr.-jun. 2008

MBILI, N. C.; LENNOX, C. L.; VRIES, F. A.; OPARA, U. L.; The effects of lemon, lime and lemongrass essential oils on quality attributes of apples after controlled atmosphere storage. **Acta Hort.** v. 51, p. 369-376, 2020.

MARINS, R. M.; ARAUJO, I. S.; JACOB, S. C.; A propaganda de alimentos: orientação, ou apenas estímulo de consumo? **Ciência Saúde Coletiva**, v.16, n.9, p. 3873-3882, 2011.

MARIOD, A. A. Gum arabic dietary fiber, **Academic Press**, p. 237-243, 2018.

MARQUES, V.; FARAH, A. Chlorogenic acids and related compounds in medicinal plants and infusions. **Food Chemistry**, n.113, p.1370–1376, 2009.

MARTINS, A.C. et al. The antioxidant activity of teas measured by the FRAP method adapted to the FIA system: Optimising the conditions using the response surface methodology. **Food Chemistry**, n.138, p.574–580, 2013.

MARTINAZZO A.P; MELO, E. C.; CORREA, P. C.; SANTOS, R. H. S.; Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf]. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.4, p.488-498, 2010.

MAUKONEN, J.; SAARELA, M.; Human gut microbiota: Does diet matter? **Proceedings of the Nutrition Society**, n. 74, pp. 23-36. 2015.

- MAURO, C. S. I.; GUERGOLETTTO, K. B.; GARCIA, S.; Development of blueberry and carrot juice blend fermented by *Lactobacillus reuteri* LR92. **Beverages**. Vol. 2, n. 37. 2016.
- MELO, F. O.; NASCIMENTO, R. S.; SANTOS, T. G.; ANDRADE, S. F.; LEITE, K. S.; HONÓRIO NETO, J.; SANTOS, J. A. B.; CONSTANT, P. B. L. Desenvolvimento de balas de gelatina de morango enriquecida com extrato de hibisco (*Hibiscus Sabdarifa* L.). **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], p. 47561-47571, 3 jun. 2020.
- MILLER, N. J. et al. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clinical Science**. v. 84, p.407-412, 1993.
- MIRANDA, J. S.; COSTA, B. V.; OLIVEIRA, I. V.; LIMA, D. C. N.; MARTINS, E. M. F.; LEITE-JÚNIOR, B. R. C.; BENEVENUTO, W. C. A. N. QUEIROZ, I. C.; SILVA, R. R.; MARTINS, M. L.; Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086, **LWT**, Vol. 126, 2020.
- MIRANDA, R. F.; PAULA, M. M.; COSTA, G. M.; BARÃO, C. E.; SILVA, A. C. R.; RAICES, R. S. L.; GOMES, R. G.; PIMENTEL, T. C.; Orange juice added with *L. casei*: is there an impact of the probiotic addition methodology on the quality parameters? **LWT**. Volume 106, p. 186-193. 2019.
- MIRGHANIA, M. E. S.; ELNOURA, A. A. M.; KABBASHIA, N. A.; ALAMA, M. Z.; MUSAD, K. H.; ABDULLAHD, A.; Determination of antioxidant activity of gum arabic: An exudation from two different locations. **Science Asia**. Vol. 44, p. 179-186. 2018.
- MISHRA, V.; SHAH, C.; MOKASHE, N.; CHAVAN, R.; YADAV, H.; PRAJAPATI, J.; Probiotics as Potential Antioxidants: A Systematic Review. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. Vol. 63, n. 14, p. 3615–3626, 2015.
- MOENS, F.; ABEELE, P. V.; BASIT, A. W.; DODOO, C.; CHATTERJEE, R.; SMITH, B.; GAISFORD, S.; A four-strain probiotic exerts positive immunomodulatory effects by enhancing colonic butyrate production in vitro, **International Journal of Pharmaceutics**, v. 555, p. 1-10, 2019.
- MOHAN, A.; HADI, J.; GUTIERREZ-MADDOX, N.; LI, Y.; LEUNG, I.K.H.; GAO, Y.; SHU, Q.; QUEK, S.-Y. Sensory, Microbiological and Physicochemical Characterisation of Functional Manuka Honey Yogurts Containing Probiotic *Lactobacillus reuteri* DPC16. **Foods**, v. 106, n. 9. 2020.
- MOONGNGARM, A.; TRACHOO, N.; SIRIGUNGWAN, N. Low Molecular Weight Carbohydrates, Prebiotic Content, and Prebiotic Activity of Selected Food Plants in Thailand. **Advance Journal of Food Science and Technology** , [S. l.], v. 3, n. 4, p. 269-274, 7 maio 2011.
- MORAES, G. M. D.; EGITO, A. S.; MATOS, C. R.; BARCELOS, S. C.; SANTOS, K. M. O. D. RESISTÊNCIA DE CEPAS DE LACTOBACILLUS PLANTARUM A CONDIÇÕES DO TRATO GASTROINTESTINAL E SAIS BILIARES HUMANO SIMULADAS IN VITRO. **ENAAL**, [S. l.], p. 1-6, 16 ago. 2015.
- MORAIS, A. M.; CENTURIÃO, L. N.; OLIVEIRA, L. G.; ARAGÃO, D. M. O.; Atividade antioxidante de especiarias in natura e desidratadas no consumo alimentar. **Revista APS**, [s. l.], v. 21, ed. 1, p. 156-157, 2018.
- MORALES-DE LA PEÑA, M. et al. Changes on phenolic and carotenoid composition of high intensity pulsed electric field and thermally treated fruit juice–soymilk beverages during refrigerated storage. **Food Chemistry**, n.129, p.982–990, 2011.
- MULLER, S. B.; GOMÉZ, R. J. H. C.; CALLIARI, C. M.; Desenvolvimento de pó efervescente probiótico e simbiótico. **UNOPAR Cient. Ciênc. Biol. Saúde**,15(ESP):391-5. 2015.

MUNTEANU, I.G.; APETREI, C. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, 2021.

MUZZAFFAR, S.; BABA, W. N.; NAZIR, N.; MASOODI, F. A.; BHAT, M. M.; BAZAZ, R.; Effect of storage on physicochemical, microbial and antioxidante properties of pumpkin (*Cucurbitamoschata*) candy, *Cogent. Food & Agriculture*, Vol. 2, n. 1, 2016.

NAKOV, G.; GEORGIEVA, D.; IVANOVA, N.; DAMYANOVA, S.; STAMATOVSKA, V.; NECINOVA, L.; Prebiotic effects of inulin and acacia gum (review). **Food and Environment Safety**, Ștefan cel Mare University, v. XVI, ed. 2, p. 148-156, 2015.

NAMI Y., VASEGHI BAKHSHAYESH R., MOHAMMADZADEH JALALY H., LOTFI H., ESLAMI S., HEJAZI M. A. Probiotic Properties of Enterococcus Isolated From Artisanal Dairy Products. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, 2019.

NICKZARE, M.; ZOHURIAAN-MEHR, M. J.; YOUSEFI, A. A.; ERSHAD-LANGROUDI, A. Novel Acrylic-modified Acacia Gum Thickener: Preparation, Characterization and Rheological Properties. **Starch**, [S. l.], v. 61, n. 3-4, p. 188-198, 4 abr. 2009.

OLIVEIRA, A.C. VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S.; **Fontes vegetais naturais de antioxidantes**. Química Nova, Vol. 32, No. 3, p.689-702, 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Perfis de doenças crônicas não transmissíveis. ISBN: 978 92 4 151462 0. 2018.

ORTIZ-RIVERA, Y.; SÁNCHEZ-VEGA, R.; GUTIÉRREZ-MÉNDEZ, N.; LEÓN-FÉLIX, J.; ACOSTA-MUÑIZ, C.; SEPULVEDA, D. R.; Production of reuterin in a fermented milk product by *Lactobacillus reuteri*: Inhibition of pathogens, spoilage microorganisms, and lactic acid bacteria, **Journal of Dairy Science**, Vol. 100, n. 6, p. 4258-4268, 2017.

PEREIRA, C. F.; Elaboração de bebida fermentada probiótica de suco de cajá (*Spondias mombin* L.) com *Lactobacillus casei*. Tese - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

PEREIRA, M. C. S; AMARAL, M. P. H.; PINHATI, R. R.; PINTO, C. L. O; MENDONÇA, A. E.; FURTADO, M. M.; STRINGUETA, P. C.; PINTO, M. A. O.; Proposta de guia simplificado para registro de alimento com alegações de propriedades funcionais. **Vigilância Sanitária em Debate**, v.2, n.2, p. 88-95, 2014.

PERICHE, A.; HEREDIA, A.; ESCRICHE, I.; ANDRÉS, A. CASTELLÓ, M. L.; Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections. **Food Bioscience**, vol. 7, p. 37–44. 2014.

PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDÊNCIO, S. H.; logurte probiótico com frutanos tipo inulina de diferentes graus de polimerização: características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1059-1070, 2012.

PIMENTEL, T. C.; MADRONA, G. S.; PRUDENCIO, S. H. Probiotic clarified apple juice with oligofructose or sucralose as sugar substitutes: Sensory profile and acceptability. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], v. 62, n. 1-2, p. 838-846, 5 jun. 2015.

PIMENTEL, T. C.; PRUDENCIO, S. H.; RODRIGUES, R. S.; Néctar de pêssego potencialmente simbiótico. **Revista Alimentos e Nutrição**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 455-464, 2011.

PINTO, S.S.; VERRUCK, S.; VIEIRA, C.R.; PRUDÊNCIO, E.S.; AMANTE, E.R.; AMBONI, R.D.; Influence of microencapsulation with sweet whey and prebiotics on the survival of *Bifidobacterium*-BB-12 under simulated gastrointestinal conditions and heat treatments **LWT-Food Science and Technology**. 64 (2) pp. 1004-1009, (2015).

- PIRES, Ana Carolina Moreira da Silva. **Desenvolvimento de *petit suisse* simbiótico sem lactose**. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018.
- PRIOR, R.L.; WU, X.; SCHAICH, A. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.53, p.4290-4302, 2005.
- RHAZI, L.; LAKAHAL, L.; ANDRIEUX, O.; NIAMBA, N.; DEPEINT, F.; GUILLEMET, D. Relationship between the molecular characteristics of Acacia gum and its functional properties. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 328, p. 1-10, 30 out. 2020.
- RAHAYU, P. Konsentrasi hambat minimum (KHM) buah Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap pertumbuhan *Candida albicans*. **Journal of Chemical Information and Modeling**, 53(9), 1689-1699. (2013).
- RAIZEL, R.; SANTINI, E.; KOOPER, A. M.; REIS-FILHO, A. D.; Efeitos do consumo de probióticos, prebióticos e simbióticos para o organismo humano. **Revista Ciência & Saúde**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 66-74, jul./dez. 2011.
- RANADHEERA, R.D.C.S.; BAINES, S.K.; ADAMS, M.C.; Importance of food in probiotic efficacy. **Food Research International**, vol. 43, pp. 1-7. 2010.
- RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v.20, n.7, p.933-956, 1996.
- ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**. n. 34(Suppl. 2), p. 105-10, 2002.
- ROBERFROID, M. Prebiotics: the concept revisited. **Journal of Nutrition**, n. 137 p. 830-837, 2007.
- ROOBAB, U.; BATOOL, Z.; MANZOOR, M. F.; SHABBIR, M. A.; KHAN, M. R.; AADIL, R. M. Sources, formulations, advanced delivery and health benefits of probiotics. **Current Opinion in Food Science**, [S. l.], v. 32, p. 17-28, 30 abr. 2020.
- RYAN, J.; HUTCHINGS, S. C.; FANG, Z.; BANDARA, N.; GAMLATH, S.; AJLOUNI, S.; SENAKA RANADHEERA, C.; Microbial, physico-chemical and sensory characteristics of mango juice-enriched probiotic dairy drinks. **International Journal of Dairy Technology**. 2019.
- SAAD, Susana Marta Isay. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S. l.], v. 42, n. 1, p. 1-16, 1 jan. 2006.
- SAH, B. N. P.; VASILJEVIC, T.; MCKECHNIE, S.; DONKOR, O. N.; Effect of probiotics on antioxidant and antimutagenic activities of crude peptide extract from yogurt, **Food Chemistry**, Vol.156, p. 264-270, 2014.
- SANCHEZ, C.; NIGEN, M.; MEJIA TAMAYO, V.; DOCO, T.; WILLIAMS, P.; AMINE, C.; RENARD, D. Acacia gum: History of the future. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 78, p. 140-160, mai. 2018.
- SANCHO, R. A. S.; PASTORE, G. M.; Alimentos funcionais: a revolução silenciosa na alimentação. **Revista Processos Químicos**, Jan/Jun de 2016.
- SANTOS, B.S. et al. Obtention, freeze-drying and characterization of lemon grass (*Cymbopogon citratus* D.C.) and hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts. In: IV Simpósio Internacional de Inovação Tecnológica. 2013. **Anais SIMTEC**, Aracaju, SE, 25 a 27/09/2013, v. 1, n. 1, p. 366-375.
- SANTOS, T. A.; **Interação entre *Lactobacillus reuteri* e bactérias periodontopatogênicas: estudo in vitro e em modelo de invertebrado**. Dissertação - Curso de Biopatologia Bucal, Pós-graduação em Biopatologia Bucal, Universidade Estadual Paulista (unesp), São José dos Campos, 2018.

- SCHAEFER, L.; AUCTIONG, T. A.; HERMANS, K. E.; WHITEHEAD, D.; BORHAN, B.; BRITTON, R. A.; The antimicrobial compound reuterin (3-hydroxypropionaldehyde) induces oxidative stress via interaction with thiol groups. **Microbiology**. Jun;156(6):1589-99. 2010.
- SERNA-COCK, L.; VELÁSQUEZ, M.; AYALA, A. A. Efecto de la ultrafiltración sobre las propiedades reológicas de gelatina comestible de origen bovino. **Información Tecnológica**, v. 21, n. 06, p. 91-102, 2010.
- SHAH, N. P. Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. **J. Dairy Sci.**, v. 83, n. 4, p. 894-907, 2000.
- SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Brazilian Journal of Nutrition**, [S. l.], v. 24, n. 6, p. 1-10, 1 dez. 2011.
- SILVA, A. C. C.; SILVA, N. A.; PEREIRA, M. C. S.; VASSIMON, H. S.; Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: revisão de artigos publicados em revistas brasileiras. **Revista Conexão Ciência**. v. 11, n. 2. 2016.
- SILVA, M.A.L.; MARQUES, G. S.; SANTOS, T. M. F.; XAVIER, H. S.; HIGINO, J. S.; MELO, A. F. M.; Avaliação da composição química de *Cymbopogon citratus* Stapf cultivado em ambientes com diferentes níveis de poluição e a influência na composição do chá. **Acta Scientiarum**. Health Sciences. Maringá, v.32, n.1, p.67-72, 2010.
- SILVA, B. C.; **Estudo físico-químico das propriedades emulsificantes dos polissacarídeos de goma de acácia-negra oriunda de plantações brasileiras**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná. 2014.
- SILVA, C. C. F.; CALIARI, M; SOARES-JÚNIOR, M. S.; MARQUES, R. C. D.; BELÉIA, A. D. P.; GARCIA, M. C.; Physicochemical and Sensory Properties of Sugar Cane Candies with Roasted Peanut and Extruded Rice Bran. **Journal of Food and Nutrition Research**, Vol. 4, No. 3, 163-169. 2016.
- SILVA, J. V. C.; SILVA, A. D.; KLOSOSKI, S. J.; BARÃO, C. E.; PIMENTEL, T. C. Potentially Synbiotic Grape Juice: What is the Impact of The Addition of *Lactocaseibacillus casei* and Prebiotic Components? **Biointerface Research in Applied Chemistry**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 10703-10715, 31 jan. 2022.
- SILVA, M. P.; TULINI, F. L.; MARINHO, J. F. U.; MAZZOCATO, M. C.; MARTINIS, E. C. P.; LUCCAS, V.; FAVARO-TRINDADE, C. S.; Semisweet chocolate as a vehicle for the probiotics *Lactobacillus acidophilus* LA3 and *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BLC1: Evaluation of chocolate stability and probiotic survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions, **LWT**, Vol. 75, pp 640-647, 2017.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Ed. Varela, 536p. 2007.
- SILVA, N. F.; SANTOS, E. N. F.; Análise de componentes principais aplicado a sensorial de alimentos. **Anais do II Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 1-6, 2018.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. J. R. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p. 144-158, 1965.
- SIKORSKI, Z. E. **Chemical and Functional Properties of Food Components**. [S. l.]: CRC Press, 2002. ISBN 1-58716-149-4.
- SOHAIL, M.U.; HUME, M.E.; BYRD, J.A.; NISBET, D.J.; IJAZ, A.; SOHAIL, A.; SHABBIR, M.Z.; REHMAN, H.; Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress, **Poultry Science**, v. 91, n. 9, p. 2235-2240. 2012.

- SOLIMAN, G.A. Dietary Fiber, Atherosclerosis, and Cardiovascular Disease. **Nutrients**, v. 11, 2019.
- SPYROPOULOS, B.G., MISIAKOS, E.P., FOTIADIS, C. Antioxidant properties of probiotics and their protective effects in the pathogenesis of radiation-induced enteritis and colitis. **Digestive Diseases and Sciences** 56, 285–294 (2011).
- SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica* – the quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.10, p.63-68, 1959.
- STATSOFT, Statistica 7.0 for Windows, Computer Program Manual. Tulsa: StatSoft, Inc., 2004.
- TEIXEIRA, L. V.; Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [s. l.], v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.
- UNOKI, M. T.; SILVA, L. L.; SILVA, A. R. Z.; Estabilidade físico-química de balas moles enriquecidas com frutooligossacarídeo para farmácia magistral. **Cadernos da Escola de Saúde**, Curitiba, v. 2, p. 153-163, 2017.
- UZUNUIGBE, E. O.; OSUNSANMI, F. O.; MASAMBA, P.; MOSA, R. A.; OPOKU, A. R.; KAPPO, A. P.; Phytochemical constituents and antioxidant activities of crude extracts from acacia senegal leaf extracts. **Pharmacognosy Journal**. vol. 11, n. 6, p.1409-1414. 2019.
- VALKO, M. et al. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 39, n. 1, p. 44–84, 2007.
- VERGARA, P. L.; **Balas mastigáveis convencionais e de reduzido valor calórico formuladas com polpa de araçá vermelho, de araçá amarelo e de pitanga vermelha**. Dissertação. Universidade Federal de Pelotas – Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Pelotas, 2016.
- VERBEKEN, D.; DIERCKX, S.; DEWETTINCK, K.; Exudate gums: occurrence, production, and applications. **Applied Microbiology and Biotechnology**. 63:10–21. 2003.
- VIEIRA, M. A.; ROVARIS, A. A.; MARASCHIN, M.; SIMAS, K. N.; PAGLIOSA, C. M.; PODESTA, AMBONI, R. R. D. M. C.; BARRETO, P. L. M.; AMANTE, E. R.; Chemical Characterization of Candy Made of Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) Residue. **Journal of Agriculture and Food Chemistry** Vol. 56, p. 4637–4642. 2008.
- WANG, H.; HU, L.; DU, J.; PENG, L.; MA, L.; ZHANG, Y. Development of rheologically stable high internal phase emulsions by gelatin/chitooligosaccharide mixtures and food application. **Food Hydrocolloids**, [S. l.], v. 121, p. 1-10, 1 dez. 2021.
- WITZLER, J. J. P.; **Desenvolvimento de pastilha potencialmente probiótica**. 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição, Área de Ciência dos Alimentos, da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição, área de Ciência dos Alimentos., Araraquara, 2016.
- WOOTTON-BEARD, P. C.; MORAN, A.; RYAN, L. Stability of the total antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin–Ciocalteu methods. **Food Research International** [S. l.], v. 44, n. 1, p. 217-224, 31 jan. 2011.
- XU, M.; GAGNÉ-BOURQUE, F.; DUMONT, M. J.; JABAJI, S.; Encapsulation of *Lactobacillus casei* ATCC 393 cells and evaluation of their survival after freeze-drying, storage and under gastrointestinal conditions. **Journal of Food Engineering**, v. 168, p.52-59, jan. 2016. Elsevier BV.

YEOH, N.; BURTON, J. P.; SUPPIAH, P.; REID, G.; STEBBINGS, S. The role of the microbiome in rheumatic diseases. **Current Rheumatology Reports**. v. 15, p. 1-11. 2013.

ZAINOL, M. K.; CHE-ESA, N. S.; AZLIN-HASIM, S.; ZAMRI, A. I.; MOHD ZIN, Z.; ABDUL MAJID, H. A.; The ramification of Arabic gum and gelatine incorporation on the physicochemical properties of *Belimbing Buluh* (*Averhoa belimbi*) fruits pastilles. **Food Research**. Vol. 4, n. 2, p. 532-538. 2020.

ZOMMITI, M.; FEUILLOLEY, M.G.J.; CONNIL, N. Update of Probiotics in Human World: A Nonstop Source of Benefactions till the End of Time. **Microorganisms**, v. 8, 2020.