



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

VIVIANE MICHELE DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE *FROZEN YOGURT* À BASE DE SORO
DE LEITE SUPLEMENTADO COM INULINA**

Recife
2019

VIVIANE MICHELE DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE *FROZEN YOGURT* À BASE DE SORO
DE LEITE SUPLEMENTADO COM INULINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Nutrição.

Área de concentração: Ciências dos Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dra. Tânia Lúcia Montenegro Stamford.

Coorientadora: Prof^a. Dra. Karina Correia da Silveira.

Recife

2019

Catálogo na fonte:
bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4:1895

S237e

Santos, Viviane Michele dos.

Elaboração e caracterização de frozen yogurt a base de soro de leite suplementado com inulina / Viviane Michele dos Santos. – Recife: o autor, 2019.

103 f.; il.; 30 cm.

Orientadora: Tânia Lúcia Montenegro Stamford.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em Nutrição.

Inclui referências, apêndices e apêndices.

1. Sorvetes. 2. Resíduo industrial. 3. Proteínas do soro de leite. 4. *Streptococcus thermophilus*. 5. *Lactobacillus delbrueckii*. I. Stamford, Tânia Lúcia Montenegro (orientadora). II. Título.

612.3 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2019 - 092)

VIVIANE MICHELE DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE *FROZEN YOGURT* À BASE DE SORO
DE LEITE SUPLEMENTADO COM INULINA**

Dissertação ou Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Nutrição
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de mestre em Nutrição.

Aprovada em: 18 / 02 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Tânia Lúcia Montenegro Stamford (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Thayza Christina Montenegro Stamford (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Silvana Magalhães Salgado (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Erilane de Castro Lima Machado (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória de Santo
Antão

Dedico esta dissertação aqueles que dão luz à minha vida, minha família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e especialmente à Deus, pela dádiva da vida e por proporcionar mais essa vitória em minha vida.

Aos meus pais, Hermivaldo e Tânia, pelo amor, carinho e incentivo constantes.

À minha irmã, Vivian, pelo encorajamento e por sempre acreditar na minha capacidade.

Às minhas sobrinhas, Julya Melyssa e Maria Luyza, pelos momentos de carinho, diversão e alegrias.

Ao meu esposo, Gustavo Pontes, pelo respeito, paciência, por sua mão amiga estendida nos momentos de angústias e dúvidas e infinito amor.

À minha orientadora, Professora Dr^a Tânia Stamford, pelos ensinamentos, suporte e confiança, sem os quais este trabalho não seria concretizado.

À minha coorientadora, Professora Dr^a Karina Silveira, pelo comprometimento, acolhida e orientação fundamentais na execução desta dissertação.

À Professora Viviane Lansky, pelo exemplo de humanidade, generosidade e docente. Além da imensa e constante colaboração nesta pesquisa.

Aos professores membros da banca de qualificação, Prof^a Dr^a Angélica Vasconcelos, Prof^a Dr^a Silvana Magalhães e Prof^a Dr^a Karina Silveira e aos membros da defesa Prof^a Dr^a Thayza Stamford, Prof^a Dr^a Silvana Magalhães e Prof^a Dr^a Erilene de Castro pelas relevantes contribuições nesta pesquisa.

Aos amigos do Mestrado, da Área de Concentração em Ciências dos Alimentos, pelo compartilhamento de aprendizado, sonhos, batalhas e conquistas. Em especial à Gerlane Lima e Lorena Araújo, pelo companheirismo e ajuda mútua.

Ao Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, por todo suporte técnico-científico no trilhar deste trabalho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa e à PROPESQ/UFPE pelo auxílio financeiro para execução desta pesquisa.

Ao Laticínio FACO Ltda, nas pessoas de Luciana Correa, “Seu Amaury” e Thiago, pela doação e transporte do soro de leite.

À SweetMix (Beneo-Orafti S.A.), na pessoa de Carla Silva, pela presteza na cessão da inulina.

Ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, por todo suporte no percurso desta dissertação.

À Universidade Federal de Pernambuco, pelo suporte acadêmico durante o transcorrer do curso.

À todos que de forma direta, ou indireta, contribuíram para mais esta conquista profissional e pessoal.

Os meus mais sinceros agradecimentos!!!

RESUMO

A indústria busca, cada vez mais, encontrar alternativas eficientes para mitigar possíveis danos causados pelos resíduos poluentes oriundos da fabricação de laticínios, especialmente o soro de leite. Ademais, a inulina pode agregar valor à produtos de base láctea, devido às suas propriedades promotoras da saúde e tecnológicas. Neste cenário, a elaboração de um sorvete à base de soro de leite adicionado de composto funcional, torna-se uma perspectiva promissora para minimização deste problema. O objetivo do presente estudo foi elaborar e caracterizar *frozens yogurts*, a partir de soro de leite suplementados com inulina. Assim, foram desenvolvidas quatro formulações: F0 – controle (66% soro de leite, 0% inulina); F1 (65% soro de leite, 1% inulina); F2 (64% soro de leite, 2% inulina); F3 (62% soro de leite, 4% inulina). As formulações elaboradas foram avaliadas quanto à composição centesimal, características tecnológicas (*overrun*, teste de derretimento e análise de textura), estabilidade ao armazenamento por 120 dias (pH, acidez titulável e sobrevivência de bactérias ácido lácticas) e análise sensorial (aceitabilidade e intenção de compra). Os resultados obtidos indicaram que, as formulações elaboradas atenderam a exigência mínima em relação aos teores de proteínas, gorduras e sólidos totais. Quanto às propriedades tecnológicas, observou-se que a inulina contribuiu para o aumento do *overrun*, como para redução da velocidade do derretimento ($p < 0,05$). Contudo, sem alterar a dureza das amostras. No tocante a estabilidade à estocagem, os valores de pH decresceram e acidez aumentaram significativamente ($p < 0,05$). Demonstrou-se ainda elevada contagem das bactérias ácido lácticas em todas as formulações, não havendo diferença significativa ao longo dos 120 dias de armazenamento ($p > 0,05$). No teste de aceitabilidade, os *frozens* receberam pontuações médias altas (5,76 e 7,78), indicando excelente aceitação dos julgadores. Valores positivos também foram atribuídos às formulações na intenção de compra, exceto a amostra F0. Assim, conclui-se que o soro de leite e a inulina influenciaram na melhoria das propriedades nutricionais, físico-químicas, tecnológicas e sensoriais, além da manutenção da estabilidade dos *frozen yogurts* no período de armazenamento.

Palavras-chave: Sorvetes. Resíduo Industrial. Proteínas do Soro do Leite.

Streptococcus thermophilus. *Lactobacillus delbrueckii*.

ABSTRACT

Each day, industry seeks to find effective alternatives to mitigate possible damage caused by the pollutant residues from the manufacture of dairy products, especially milk whey. Moreover, the inulin can aggregate value to dairy products due of its health-promoting and technological properties. Therefore, the production of ice cream based on whey and added with functional compounds becomes a promising perspective to minimize such a problem. The objective of the present study was to elaborate and characterize frozen yogurts, based on milk whey supplemented with inulin. Thus, was developed four formulations: F0 – control (66% milk whey, 0% inulin); F1 (65% milk whey, 1% inulin); F2 (64% milk whey, 2% inulin); F3 (62% milk whey, 4% inulin). The attributes evaluated in the formulations were centesimal composition, technological characteristics (overrun, melting test and texture analysis), shelf life by 120 days (pH, titratable acidity and lactic acid bacteria survival) and sensory analysis (acceptability and purchase intent). The results indicated that the elaborated formulations achieved the minimum requirement in relation to protein, fat and total solid contents. The technological properties revealed that inulin contributed both to overrun increase and reduce melting rates ($p < 0.05$). However, did not interfere without altering in the hardness of the samples. Regarding shelf life, pH values decreased, and acidity increased significantly ($p < 0.05$). There was also a high lactic acid bacteria count in all formulations, with no significant difference over the 120 days of storage ($p > 0.05$). In the test acceptability, the frozen get high average scores (5,76 e 7,78), indicating excellent acceptance of the judges. Positive values were also attributed to the formulations in the purchase intent, except the sample F0. Therefore, it was concluded that whey and inulin influenced to improve nutritional, physical-chemical, technological and sensory properties, in addition to maintenance of shelf life of frozen yogurt formulations.

Keywords: Ice Cream. Industrial Waste. Whey Proteins. *Streptococcus thermophilus*. *Lactobacillus delbrueckii*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Estrutura química da inulina	26
Figura 2 –	Fluxograma de elaboração de <i>frozen yogurt</i> à base de soro de leite	37
Gráfico 1 –	Perfil de derretimento de <i>frozen yogurts</i> à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina	48
Gráfico 2 –	Dureza das amostras de <i>frozen yogurts</i> à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina	50
Gráfico 3 –	Valores de pH (médias $\pm$ desvio padrão), durante o armazenamento de <i>frozen yogurts</i> à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina	52
Gráfico 4 –	Valores de acidez titulável (médias $\pm$ desvio padrão), durante o armazenamento de <i>frozen yogurts</i> à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina	52
Gráfico 5 –	Contagem de microrganismos <i>S. salivarius</i> ssp. <i>thermophilus</i> durante o armazenamento de <i>frozen yogurts</i> à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina	54
Gráfico 6 –	Contagem de microrganismos <i>L. delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i> durante o armazenamento de <i>frozen yogurts</i> à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina	54
Gráfico 7 –	Intenção de compra das formulações de <i>frozen yogurts</i> à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição química (g/100g) de mistura para <i>frozen yogurt</i>	28
Tabela 2 –	Ingredientes, suas proporções e variáveis a serem estudadas na produção dos <i>frozen yogurts</i> (F0 a F3).....	35
Tabela 3 –	Composição físico-química do soro de leite obtido da fabricação de queijo coalho (100g).....	43
Tabela 4 –	Composição centesimal (%) e Valor Energético Total (VET) em Kcal/100g das formulações de <i>frozen yogurts</i> elaboradas com soro de leite suplementadas com diferentes concentrações de inulina.....	44
Tabela 5 –	<i>Overrun</i> , tempo de primeiro gotejamento e tempo total de derretimento das formulações de <i>frozen yogurts</i> elaboradas com soro de leite suplementadas com diferentes concentrações de inulina.....	46
Tabela 6 –	Escores médios do teste de aceitabilidade em relação aos atributos avaliados nas formulações de <i>frozen yogurts</i> elaboradas com soro de leite suplementadas com diferentes concentrações de inulina.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATT	Acidez Total Titulável
°C.	Grau Celsius
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ed.	Edição
et al.	E outro
g	Grama
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma
m	Massa
Min	Minuto
Mm	Milímetro
mL	Mililitro
N	Normal
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
Rpm	Rotações por minuto
V	Volume

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	ASPECTOS GERAIS	17
2.2	SORO DE LEITE	18
2.2.1	Propriedades funcionais das proteínas do soro do leite	19
2.2.1.1	Atividade antioxidante	19
2.2.1.2	Atividade antimicrobiana e antiviral	20
2.2.1.3	Ação contra diabetes	20
2.2.1.4	Proteção ao sistema cardiovascular	20
2.2.1.5	Atividade anticarcinogênica	21
2.2.1.6	Benefícios sobre síntese muscular e resistência ao exercício	22
2.2.2	Propriedades tecnológicas do soro de leite	23
2.3	IMPACTO AMBIENTAL E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA USO DE SORO DE LEITE	24
2.4	INULINA	26
2.5	GELADOS COMESTÍVEIS	27
2.6	USO DE SORO DE LEITE E INULINA EM GELADOS COMESTÍVEIS	29
3	HIPÓTESE	33
4	OBJETIVOS	34
4.1	OBJETIVO GERAL	34
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
5	MATERIAIS E MÉTODOS	35
5.1	MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS	35
5.2	ELABORAÇÃO DOS <i>FROZEN YOGURTS</i>	36
5.2.1	Preparo do inóculo	36
5.2.2	Elaboração do iogurte	36
5.2.3	Determinação do tempo de fermentação	36
5.2.4	Preparo do <i>frozen yogurt</i>	36
5.3	ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS	38

5.3.1	pH	38
5.3.2	Acidez titulável	38
5.3.3	Umidade	38
5.3.4	Cinzas	38
5.3.5	Proteínas	38
5.3.6	Gorduras	38
5.3.7	Sólidos totais	39
5.3.8	Carboidratos	39
5.3.9	Valor Energético Total	39
5.3.10	<i>Overrun</i>	39
5.4	TESTE DE DERRETIMENTO	39
5.5	ANÁLISE DE TEXTURA	40
5.6	AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS FORMULAÇÕES DE <i>FROZEN YOGURTS</i>	40
5.7	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	41
5.8	ANÁLISE SENSORIAL	41
5.8.1	Participantes	41
5.8.2	Critérios de inclusão	41
5.8.3	Critérios de exclusão	41
5.8.4	Procedimentos para coleta	41
5.8.5	Local/Forma/Tempo mínimo de armazenamento dos dados coletados	42
5.9	ANÁLISE ESTATÍSTICA	42
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
6.1	CARACTERIZAÇÃO DO SORO DE LEITE	43
6.2	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS <i>FROZEN YOGURTS</i>	44
6.3	<i>OVERRUN</i> E TESTE DE DERRETIMENTO	45
6.4	ANÁLISE DE TEXTURA	49
6.5	AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS FORMULAÇÕES DE <i>FROZEN YOGURTS</i>	51
6.5.1	pH e acidez titulável	51
6.5.2	Sobrevivência das culturas <i>starters</i>	53
6.6	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	56

6.7	ANÁLISE SENSORIAL	56
7	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	89
	APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO HEDÔNICA	92
	APÊNDICE C – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO FROZEN YOGURT Á BASE DE SORO DE LEITE CONTROLE (F0)	93
	APÊNDICE D – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO FROZEN YOGURT Á BASE DE SORO DE LEITE COM 1% DE INULINA (F1)	94
	APÊNDICE E – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO FROZEN YOGURT Á BASE DE SORO DE LEITE COM 2% DE INULINA (F2)	95
	APÊNDICE F – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO FROZEN YOGURT Á BASE DE SORO DE LEITE COM 4% DE INULIN.A (F3)	96
	ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES GERAIS SOBRE A INULINA	97
	ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	101

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a demanda no consumo de produtos alimentícios tem mudado consideravelmente. Pois os consumidores, progressivamente, têm procurado alimentos que contribuam diretamente com a sua saúde, buscando nestes, funções que vão além de apenas nutrir (KANG *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2014), levando à mudanças no padrão alimentar de parte da população (MEZA; VERDINI; RUBIOLO, 2012; GIRI; KANAWJIA; RAJORIAL, 2014).

Em resposta a esta demanda, diversos pesquisadores têm buscado alternativas para suprir tais necessidades mercadológicas, especialmente utilizando o soro de leite e a inulina (BERBER; GONZÁLEZ-QUIJANO; ALVAREZ, 2015; MUZAMMIL; RASCO; SABLANI, 2017). Haja vista que, ambos os ingredientes podem apresentar propriedades funcionais e nutricionais, influenciando positivamente à saúde humana (PATEL, 2015; KRUPA-KOZAK *et al.*, 2016).

O soro é um líquido obtido a partir da coagulação do leite destinado a fabricação de queijos, caseína ou produtos lácteos similares (BRASIL, 2014). É uma matéria prima que contém lactose, proteínas, aminoácidos essenciais, além do teor reduzido de lipídeos (SLUKOVA *et al.*, 2016). Possui variadas propriedades tecnológicas e funcionais, apresentando também baixo custo de aquisição (YUAN *et al.*, 2011; BALDISSERA *et al.*, 2011; BRANDELLI; DAROIT; CORRÊA, 2015).

Contudo, a utilização do soro de leite ainda não é completa e em alguns laticínios, a produção gera um elevado volume de efluentes, com alto teor de poluentes (MAGALHÃES *et al.*, 2011). Com este panorama desfavorável, há a necessidade do desenvolvimento de tecnologias, associadas à crescente preocupação com a responsabilidade ambiental e à urgência na redução de custos, por parte das indústrias. Assim, possibilita-se que a imagem do soro mude de resíduo industrial para uma valiosa fonte de nutrientes, podendo ainda potencializar seus benefícios com adição de prebióticos e/ou probióticos (GUIMARÃES *et al.*, 2018; LOURIEAU *et al.*, 2018; TURKMEN; AKAL; ÖZER, 2019).

Na indústria de produtos lácteos, a inulina ganha destaque por ser um ingrediente com alegação de propriedades funcionais prebióticas, apresentando diversos benefícios à saúde (ANVISA, 2016; SHOAIB *et al.*, 2016). A inulina também contém propriedades tecnológicas análogas ao açúcar e à gordura, assim como características físico-químicas e reológicas que conferem maciez e consistência aos mais variados produtos. Desta maneira, vem sendo incorporado como ingrediente

prebiótico em diversas matrizes alimentares, especialmente em sorvetes tradicionais e *frozen yogurts* (REZAEI *et al.*, 2014; KARIMI *et al.*, 2015; AKBARI *et al.*, 2016).

O *frozen yogurt*, por sua vez, consiste em um produto que surgiu em função do constante desafio da indústria alimentícia em desenvolver novos produtos que agreguem características nutricionais adequadas e elevada propriedade sensorial. Trata-se, então, de um produto com características nutricionais do iogurte, como maior digestibilidade em função da ação das culturas lácticas, atrelados ao sabor e refrescância do sorvete (JOHANSEN *et al.*, 2010).

Neste contexto, buscou-se com este trabalho elaborar um *frozen yogurt* a partir de soro de leite, suplementado com inulina, sendo uma alternativa inovadora para o aproveitamento deste nobre produto.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ASPECTOS GERAIS

Em 2017, o queijo foi o terceiro produto mais comercializado nas exportações de lácteos no Brasil, sendo produzidos um total de 771.000 toneladas (BRASIL, 2018; USDA, 2018). Contudo, para este montante de queijo são gerados 695 milhões de litros de soro. Uma vez que, para fabricação de 1 quilograma de queijo são utilizados 10 litros de leite, o que produz 9 litros de soro (LEITE; BARROZO; RIBEIRO, 2012).

À vista disso, mesmo representando notável relevância econômica, a fabricação de queijo representa grande impacto ambiental. Pois, apesar do soro ser um líquido composto por lactose, proteínas, vitaminas e minerais, cerca de 50% deste não é aproveitado (PESCUMA *et al.*, 2010; MAGALHÃES *et al.*, 2011). Ademais, contém grande carga de matéria orgânica de difícil biodegradabilidade que não é satisfatoriamente tratada pela maioria das indústrias de laticínios (PATEL, 2015).

Por essas questões, os impactos ambientais relacionados ao soro envolvem o alto volume produzido, o baixo aproveitamento, o potencial poluidor, além de grandes desperdícios nutricionais e financeiros (MAGALHÃES *et al.*, 2011; ROHLFES *et al.*, 2011). Assim, há uma preocupação recorrente em gerar aplicabilidade ao soro de queijo, sendo o desenvolvimento de novos produtos uma alternativa racional e viável para minimização desta problemática. Além disso, a descoberta do elevado teor de proteínas, com alta qualidade nutricional e rápida absorção do soro consolidou sua posição no setor de alimentos (MURARI *et al.*, 2013; PATEL, 2015).

Impulsionados pelas tendências mercadológicas de “Saudabilidade e Bem-Estar” e “Sustentabilidade e Ética”, têm-se observado mudanças no perfil dos consumidores e, conseqüentemente, no comércio de gêneros alimentícios. Esses desejam alimentos cada vez mais saudáveis, sensorialmente atraentes e capazes de prevenir doenças. Somados a essas exigências, há também a busca por alimentos que evitem o desperdício e/ou gerem o menor impacto ao meio ambiente com sua produção (BRASIL FOOD TRENDS 2020, 2010). Assim, nota-se o interesse em alcançar esse nicho de mercado, bem como, esse “novo consumidor” através da associação do soro de leite e ingredientes ou componentes funcionais (MOREIRA *et al.*, 2010; SIQUEIRA *et al.*, 2013).

Compondo este cenário, a inulina merece destaque por ser um ingrediente amplamente utilizado no desenvolvimento de produtos com características inovadoras e saudáveis ao consumidor, devido a seu papel como substituto de gordura (AKALIN; ERISIR, 2008; MEYER *et al.*, 2011) e por melhorar as propriedades físico-químicas e reológicas de sorvetes, especialmente os *frozen yogurts* (ISIK *et al.*, 2011; REZAEI *et al.*, 2014; MUZAMMIL; RASCO; SABLANI, 2017).

Os sorvetes, tradicionalmente, mostram-se matrizes promissoras ao desenvolvimento de formulações à base de soro de leite adicionadas de compostos funcionais (AKALIN; KARAGÖZLÜ; ÜNAL, 2008; PANDIYAN *et al.*, 2012). Para que possam contemplar as exigências do mercado e acima de tudo, dos consumidores em relação aos produtos tradicionais.

2.2 SORO DE LEITE

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite, soro é o líquido obtido a partir da coagulação do leite destinado a fabricação de queijos, caseína ou produtos lácteos similares (BRASIL, 2014).

Do ponto de vista industrial, o soro é um coproduto aquoso, de coloração amarelo-esverdeada, remanescente da coagulação das proteínas do leite pela adição de enzimas proteolíticas ou por ácido (PANESAR *et al.*, 2007; CODEX ALIMENTARIUS, 2011).

Da composição total do soro de leite, oriundo da fabricação de queijo, 93% é água e 7% de sólidos. Destes, evidenciam-se lactose (5%); proteínas (0,85%) – representando aproximadamente 20% das proteínas solúveis do leite; gordura (0,36%); minerais (0,53%) – incluindo cloretos de sódio e potássio, sais de cálcio (principalmente fosfato) e outros (PESCUMA *et al.*, 2010; HUFFMAN; FERREIRA, 2011; PRAZERES; CARVALHO; RIVAS, 2012). Segundo Dragone e seus colaboradores (2009) também fazem parte dos constituintes do soro, ácidos láctico e cítrico, compostos nitrogenados não-proteicos, como ureia e ácido úrico e vitaminas do complexo B.

As proteínas do soro compreendem um grupo heterogêneo de biomoléculas, incluindo a β -lactoglobulina (55%), α -lactalbumina (24%), albumina sérica bovina (15%), imunoglobulinas (5%) e demais proteínas (1%) (LAJNAF *et al.*, 2018). Assim, configuram-se como proteínas de alto valor biológico, devido ao excelente perfil de

aminoácidos essenciais. Incluem ainda, diversos peptídeos bioativos, os quais proporcionam diferentes propriedades funcionais à estas proteínas (MADUREIRA *et al.*, 2010; JAKUBOWICZ; FROY, 2013).

2.2.1 Propriedades funcionais das proteínas do soro do leite

Os constituintes do soro do leite, especialmente proteínas, peptídeos bioativos e aminoácidos, além de elevado valor nutricional, apresentam diversas propriedades fisiológicas benéficas à saúde. Assim, nas últimas décadas vários estudos realizados em diferentes modelos experimentais, têm demonstrado diversos papéis terapêuticos atribuídos a esta matéria-prima.

2.2.1.1 Atividade antioxidante

Segundo Stadtman (2006), corroborado por Essick; Sam (2010), o estresse oxidativo, mediado por reações de oxirredução, levam à formação de radicais livres. Estes, por sua vez, desempenham um papel significativo em muitos fenômenos biológicos, como dano celular e envelhecimento, estimulando a oxidação de lipídios e a formação de produtos secundários de peroxidação lipídica, e por consequência desencadeando processos inflamatórios. Os radicais livres também podem modificar DNA, proteínas e pequenas moléculas celulares, fatores estes que levam a acreditar no desenvolvimento de uma série de doenças degenerativas, como diabetes, infarto do miocárdio, câncer, distúrbios neurológicos e até doença de Alzheimer.

Os mecanismos antioxidantes atribuídos aos peptídeos de hidrolisados protéicos estão envolvidos com inativação de espécies reativas de oxigênio (ERO's), eliminação de radicais livres, inibição da peroxidação lipídica, quelação de íons metálicos ou uma combinação desses mecanismos (PHELAN *et al.*, 2009).

Contudo, alguns estudos apóiam-se no papel fundamental dos constituintes do soro de leite sobre a glutathione. Uma vez que, as proteínas presente neste coproduto são ricas no aminoácido sulfurado cisteína, precursor da glutathione, enzima responsável pela redução do estresse oxidativo celular (SUGAWARA *et al.*, 2012; JAYATILAKE *et al.*, 2014). El-Desouky; Mahmoud; Abbas (2017) constaram o efeito positivo sobre *status* antioxidante, incluindo entre outros, os níveis sanguíneos de glutathione, minimizando o estresse oxidativo em ratos. Achado semelhante foi reportado por CORROCHANO *et al.* (2018) em sua pesquisa de revisão.

2.2.1.2 Atividade antimicrobiana e antiviral

Entre as proteínas do soro, lactoferrina, lisozima, caseína nativa ou modificada quimicamente, α -lactalbumina e β -lactoglobulina e seus fragmentos proteolíticos, são os mais estudados quanto aos efeitos antimicrobianos e antivirais (HERNÁNDEZ-LEDESMA *et al.*, 2014; BRANDELLI; DAROIT, CORRÊ, 2015; NG *et al.*, 2015).

A literatura relata a capacidade inibitória da lactoferrina, como também de seus peptídeos, sobre o crescimento de bactérias gram-positivas e gram-negativas, bem como levedura, fungos e protozoários por sequestrar o ferro disponível no ambiente (SGARBIERI, 2004; OCHOA; CLEARY, 2009; PADRÃO *et al.*, 2015). Já as lactoperoxidases oxidam tiocianatos em presença de peróxido de hidrogênio, gerando hipotiocianato – um potente agente antimicrobiano (SEIDEL *et al.*, 2014). Também tem demonstrado atividade antibacteriana das β -lactoglobulina e α -lactoalbumina, nas suas formas nativas e /ou hidrolisadas frente diversos microrganismos (SGARBIERI, 2004; SEDAGHATI *et al.*, 2015).

2.2.1.3 Ação contra diabetes

A literatura tem reportado a ação multifatorial exercida pelas proteínas e/ou peptídeos bioativos do soro sobre efeito insulínico em modelos humanos e animais. Acredita-se que tais constituintes atuem no aumento da taxa de esvaziamento gástrico, sobre o efeito dos hormônios incretínicos, particularmente peptídeo inibitório gástrico (GIP) e polipeptídeo glucagon tipo1 (GLP-1) e na inibição da dipeptidil peptidase-IV (ADAMS; BROUGHTON, 2016; KING *et al.*, 2018; STEVENSON; ALLERTON, 2018).

Respostas positivas sobre controle glicêmico, insulínico e escores de saciedade em humanos, ao serem administradas na dieta proteínas de soro de leite e hidrolisados, foram relatados por JAKUBOWICZ; FROY, 2013; JAKUBOWICZ *et al.*, 2017. Efeitos semelhantes são descritos em modelos animais de diabetes e células pancreáticas BRIN-BD11 (GAUDEL *et al.*, 2011).

2.2.1.4 Proteção ao sistema cardiovascular

As proteínas e o peptídeos bioativos presentes no soro parecem exercer efeitos sobre no sistema cardiovascular através de ações anti-hipertensivas, antitrombóticas e hipocolesterolêmicas (PAL; ELLIS, 2011; PAN *et al.*, 2012).

Contudo, o papel de seus peptídeos na regulação da função endotelial vascular ainda não foi totalmente elucidado (PATEL, 2015).

A regulação da pressão sanguínea é parcialmente dependente do sistema renina-angiotensina-aldosterona. A renina, de origem renal, atua sobre a angiotensina, liberando a angiotensina I. Esta, por sua vez, converte-se em angiotensina II, um potente vaso constritor, pela ação da enzima conversora de angiotensina (ECA). Ao mesmo tempo a angiotensina II inativa a bradicinina, um vasodilatador, aumentando a produção de aldosterona e, conseqüentemente, resultando em diminuição da excreção renal e elevação da retenção de líquidos pelo organismo (LIMA *et al.*, 2007; SIMÕES E SILVA; FLYNN, 2012).

Segundo Brandelli; Daroit; Corrêa (2015), muitos peptídeos anti-hipertensivos são caracterizados pela sua capacidade de inibir o ECA. Os resultados propostos por Fekete *et al.* (2016) demonstram também que os peptídeos bioativos do soro estão envolvidos no mecanismo de inibição da ECA, e, conseqüente, redução da pressão arterial.

2.2.1.5 Atividade anticarcinogênica

Ensaio experimentais, em modelos animais e em culturas de células cancerígenas, têm demonstrado que concentrados de proteínas do soro do leite bovino apresentam ação inibitória para diversos tipos de câncer (HERNÁNDEZ; RECIO; AMIGO, 2008; SAH *et al.*, 2015; MORENO-EXPÓSITO *et al.*, 2018).

Shariatikia; Behbahani; Mohabatkar (2017) demonstraram que os leites, suas caseínas e outras proteínas do soro de diversos mamíferos, incluindo os bovinos, têm atividade citotóxica potente contra células MCF7 – linhagem celular envolvidas com o câncer de mama. Achados semelhantes são descritos por Cheng *et al.* (2017), ao investigar o efeito da combinação de concentrado protéico de soro com rapamicina em células de câncer de mama humano MDA-MB-231.

Abu-Serie; El-Fakharany (2017) observaram melhora sinérgica da atividade cancerígena, relacionada a nanoassociações com lactoperoxidase bovina e lactoferrina, proteínas presentes no soro, contra células Caco-2, HepG-2, MCF-7 e PC-3, via expressão de protetores de proliferação celular e apoptose celular.

2.2.1.6 Benefícios sobre síntese muscular e resistência ao exercício

Baseados nas diversas propriedades funcionais, atribuídas às proteínas do soro do leite, os benefícios à atividade esportiva são os mais reportados na literatura.

As proteínas do soro são consideradas umas de maior valor biológico, devido sua rápida digestibilidade, por possuir uma rica fonte de aminoácidos, tanto essenciais, quanto os de cadeia ramificada, mas principalmente alto teor de leucina (SGARBIERI, 2004; DEVRIES; PHILLIPS, 2015; PATEL, 2015).

Sua ingestão associada ou não à prática de exercício físico tem sido reconhecida por favorecer o anabolismo celular, reduzir o catabolismo protéico. Igualmente, estimulam a síntese protéica muscular, por conseguinte, contribuem com o ganho de força muscular e regeneração tecidual (WITARD *et al.*, 2014; DEVRIES; PHILLIPS, 2015; MORENO-EXPÓSITO *et al.*, 2018).

Em ensaios clínicos com idosos, a suplementação com proteínas obtidas do soro lácteo mostram-se satisfatórias em relação à síntese protéica muscular. Niitsu e demais pesquisadores (2016), avaliaram o efeito do treinamento resistido em combinação com a ingestão de proteínas do soro sobre o ganho de força no período pós-operatório imediato em idosos com fratura no quadril. Assim, concluíram haver efeito benéfico deste consórcio sobre o público-alvo estudado.

Kramer *et al.* (2017), constaram um aumento nas taxas de síntese de proteína muscular basal e pós-prandial em homens idosos sarcopênicos e saudáveis ao serem submetidos à suplementação com proteína de soro enriquecida com leucina. Observação esta verificada por Dijk e colaboradores (2018), ao determinarem que a síntese protéica muscular é estimulada pelas proteínas de soro enriquecida com leucina, mas não apenas pela administração de leucina, em camundongos idosos.

Há também uma estreita relação dos constituintes presentes no soro com os processos de proliferação, diferenciação e regeneração celular, havendo aparente aumento da densidade óssea mineral (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006; XU, 2009; ISHIDA *et al.*, 2017).

Ao testar a influência de diferentes concentrações de isolado protéico de soro no comportamento de linhagens celulares envolvidas com o sistema ósseo, Douglas *et al.* (2018) indicaram uma ação intensificadora da proliferação celular e diferenciação osteogênica estimulada pelo isolado protéico. Contudo, este fenômeno

foi depende do tipo de célula, e também, não houve deposição de cálcio significativa na linhagem celular habilitada para tal função.

2.2.2 Propriedades tecnológicas do soro de leite

Além da qualidade nutricional, as proteínas e outros constituintes presentes no soro são conhecidas por suas propriedades tecnológicas, sendo de grande interesse para indústria de alimentos. As propriedades atribuídas aos constituintes do soro são solubilidade, emulsificação, gelificação, capacidade de retenção de água, aeração, formação de espuma. Atuam também positivamente na textura de preparações, estabilização e dispersão em misturas secas e como agente antiaglutinante (VIDIGAL *et al.*, 2012; CASTRO *et al.*, 2017). Além disso, tem-se como principal uso a substituição total e/ou parcial de proteínas, gorduras e carboidratos em diversas matrizes alimentares (VIDIGAL *et al.*, 2012; KRÓLCZYK *et al.*, 2016; SILVA; O'MAHONY, 2018).

Em virtude de suas qualidades nutricionais, sabor suave, facilidade de digestibilidade e funcionalidade, benefícios relacionados às proteínas, o soro de leite é frequentemente utilizado como base para elaboração de “bebidas prontas para beber” (BAIS *et al.*, 2017). Este coproduto pode ser usado na produção de bebidas na forma direta (líquida), suplementada (pós lácteos) (GUIMARÃES *et al.*, 2018; TURKMEN; AKAL; ÖZER, 2019), compondo formulações mistas com frutas (JANIASKI *et al.*, 2016; SILVEIRA *et al.*, 2019) ou na forma fermentada (CASTRO *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2015).

Na elaboração de iogurtes e sorvetes, o soro de leite e/ou seus derivados desempenha papel relevante sobre as características físico-químicas e reológicas, como acidez, *overrun*, taxa de derretimento, viscosidade e textura. Sem, contudo, influenciar negativamente nos atributos sensoriais dos produtos finais. Atuam ainda favorecendo a viabilidade das cepas nesses produtos (WALSH *et al.*, 2010; GULER-AKIN; GONCU; AKIN, 2016; DANESH; GOUDARZI; JOOYANDEH, 2017).

Mahomud; Katsuno; Nishizy (2017), analisaram os efeitos do soro de leite (na forma de concentrado protéico) na formação de complexos protéicos solúveis e na textura de iogurtes. Seus resultados mostraram que o níveis de β -lactoglobulina e κ -caseína elevaram-se com o aumento da concentração de concentrado protéico do soro de leite, sugerindo que estas proteínas produziram complexos protéicos mais solúveis. Também foi imputado à suplementação do soro de leite a formação de uma

rede protéica mais complexa, resultando assim, em iogurtes mais firmes. Achados similares, quanto à textura, foram observados por Torres *et al.* (2018) ao adicionarem proteínas microparticuladas de soro de leite nas amostras de iogurtes com baixo teor de gordura.

Os produtos do soro de leite também podem ser amplamente utilizados na panificação e confeitaria, para reduzir o teor de carboidratos, aumentar o teor protéico, melhorar a textura de pães (VAN RIEMSDIJK; VAN DER GOOT; HAMMER, 2011; MADENCI; BILGIÇLI, 2014), bolos (TAN *et al.*, 2015; SOARES *et al.*, 2018) e biscoitos (PÉREZ *et al.*, 2013; GANI *et al.*, 2015).

Segundo Madenci; Bilgiçli (2014), devido ao alto conteúdo de minerais, como cálcio, potássio e zinco, o soro de leite pode ser utilizado como potencial substituto do sal em algumas aplicações culinárias (SMITH; METZGER; DRAKE, 2016; AMORIN *et al.*, 2018).

Estudos ainda relatam o reuso do soro leite no campo de embalagens, devido as propriedades de barreira atribuídas às proteínas do soro, na produção de biofilmes com potencial para revestimentos comestíveis ou embalagens (SCHMID; DALLMANN; BUGNICOURT, 2012; MÜLLER; JESDINSZKI; SCHMID, 2017).

2.3 IMPACTO AMBIENTAL E SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS PARA USO DE SORO DE LEITE

Na perspectiva ambiental, o soro é um líquido constituído de uma complexa mistura de componentes, onde grande parte é lançada nos efluentes (CARVALHO; PRAZERES; RIVAS, 2013). Este resíduo industrial apresenta uma Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) entre 30.000 e 60.000 mg de oxigênio por litro (ANDRADE; MARTINS, 2002). Sendo, a DBO, a forma mais utilizada para se medir a quantidade de matéria orgânica presente em águas residuárias (OLIVEIRA, 2006). Desta forma, o soro de queijo apresenta potencial poluente 100 vezes maior que o do esgoto doméstico (MENEZES, 2011).

Desta maneira, o alto conteúdo orgânico do soro, conseqüentemente perecível, impossibilita seu armazenamento prolongado. Lançá-lo em rios também é considerado uma solução ineficiente, agravando os problemas decorrentes de sua eliminação. Diante deste cenário, pesquisas devem ser permanentemente conduzidas para o aproveitamento do soro em diversos produtos (SERPA; PRIAMO; REGINATTO, 2009; LEITE; BARROZO; RIBEIRO, 2012).

Soares e colaboradores (2011), ao desenvolverem um iogurte natural probiótico aproveitando o soro de queijo do tipo coalho, avaliaram diferentes processos de pasteurização e concentração de leite em pó. Observou-se que os iogurtes com soro de leite submetidos a 90°C por 5min nas concentrações de 8% e 10% de leite em pó apresentaram os resultados mais satisfatórios quanto aos aspectos físico-químicos e aceitação sensorial. Deste modo, verifica-se a aplicabilidade do soro para a produção de iogurte, sendo uma alternativa viável para minimizar o descarte inadequado, agregar valor econômico, nutricional e funcional a este coproduto.

Numa pesquisa, diferentes formulações de bebida simbiótica produzida com soro de queijo do tipo coalho fermentado e polpa de graviola foram avaliadas frente aos atributos sensoriais e vida de prateleira. Os resultados revelaram boa aceitabilidade sensorial da bebida com alto percentual de soro (71,5%) e polpa de graviola (25%), tendo a polpa favorecido a aceitação do produto quanto ao sabor e aroma. Além disto, a bebida manteve as características durante a vida de prateleira, principalmente as bactérias probióticas em níveis recomendados pela legislação vigente (SIQUEIRA *et al.*, 2015).

A obtenção de frações protéicas presentes no soro por diversos processos é uma das maneiras mais utilizadas para reuso deste coproduto. Com o intuito de avaliar o impacto ambiental gerado indiretamente pelo soro, Bacenetti *et al.* (2018), realizaram um estudo de ciclo de vida da produção de concentrados protéicos de soro de leite pelo processo de ultrafiltração. Também, propuseram uma análise do cenário produtivo, alterando a distância de transporte do soro no processo de obtenção do concentrado protéico e usando um método de alocação diferente. Assim, verificaram que o transporte do soro foi um dos principais pontos críticos na avaliação do ciclo de vida na produção de concentrado protéico. Além disso, concluiu-se que a adoção de um cenário alternativo, com pré-concentração de soro em uma área de pré-tratamento mais próxima da fábrica de queijo, reduziria a carga ambiental de todo o processo.

2.4 INULINA

Os prebióticos são ingredientes alimentares não digeríveis que afetam benéficamente a saúde do seu hospedeiro estimulando seletivamente o crescimento e/ou atividade de um ou um número limitado de bactérias no cólon (CSUTAK, 2010). Dentre os prebióticos que exercem funções funcionais em produtos lácteos, destaca-se a inulina. Esta é um polissacarídeo de reserva, proveniente de plantas, como chicória, yacon, aspargos, alho-poró, cebola, alcachofra de Jerusalém, entre outras fontes naturais (ROBERFROID, 2005a; ROCHA *et al.*, 2006; SHOAIB *et al.*, 2016).

Quimicamente, a inulina (Figura 1) é um polímero de frutose unido por ligações β -(2–1), ligados por uma unidade de glicose terminal (ROCHA *et al.*, 2006). Esses polissacarídeos são em sua maioria lineares, contudo a estrutura pode conter um pequeno número de unidades ramificadas com ligações β -(2–6), sendo constituído por uma cadeia de 02 a 60 unidades. Normalmente, esses polímeros são classificados de acordo com o grau de polimerização (DP). Assim, estruturas com o DP médio inferior a 10 unidades são denominadas fruto-oligossacarídeos (FOS), enquanto acima de 10 são denominadas inulina (AKALIN; ERISIR, 2008; DRABIŃSKA; ROSSEL; KRUPA-KOZAK, 2017).

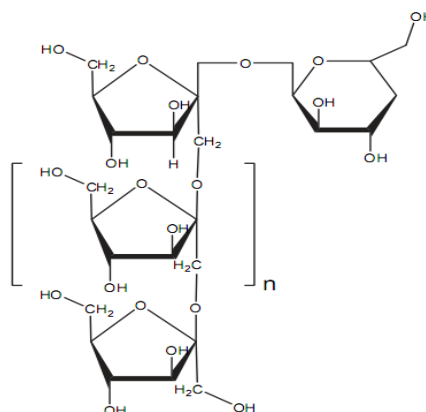


Figura 1 - Estrutura química da inulina.

Fonte: DE VOS *et al.*, 2010.

A inulina apresenta importante função como fibra solúvel (REZAEI *et al.*, 2014; MUZAMMIL; RASCO; SABLANI, 2017), apresenta ainda propriedades fermentativas distintas de outras fibras (ROBERFROID, 2007). Pesquisas demonstram que a administração de inulina afeta positivamente a composição intestinal, com predomínio de bifidobactérias no cólon - fator bifidogênico (LATTIMER; HAUB, 2010; ROBERFROID *et al.*, 2010; VANDEPUTTE *et al.*, 2017).

Há ainda participação da inulina em diversas funções das mucosas e nas atividades endócrinas (LATTIMER; HAUB, 2010; ROBERFROID *et al.*, 2010). Desta forma, ocorre estímulo do sistema imunológico reduzindo os níveis de bactérias patogênicas no intestino, melhorando os efeitos de constipação, reduzindo o risco de osteoporose devido ao aumento na absorção de minerais, como ferro, magnésio, zinco e em especial do cálcio (MARILYN; KUNTZ; FIATES, 2013; GONZÁLEZ-HERRERA *et al.*, 2015). Paralelamente, relaciona-se com a diminuição no risco de aterosclerose pela diminuição na síntese de triglicerídeos e ácidos graxos do fígado e a nível sanguíneo (GONZÁLEZ-HERRERA *et al.*, 2015) e melhora nos *status* nutricional e sintomas gastrointestinais de crianças com Doença Celíaca (KRUPA-KOZAK; DRABINSKA; JAROCKA-CYRTA, 2017).

Na indústria alimentícia, a inulina convencional é empregada como adoçante de baixo valor energético (1 a 1,2 Kcal/g) (GAO *et al.*, 2016). Todavia, o principal uso desta fibra dietética é como mimético da gordura, devido à sua habilidade em formar microcristais quando misturada à água ou ao leite. Na boca, esses microcristais não são percebidos, mas interagem produzindo textura finamente cremosa que leva à sensação de gordura (NINESS, 1999; FRANCK, 2002).

Igualmente relacionado, a capacidade de retenção de água e habilidade em formar géis estáveis, exceto em produtos muito ácidos e/ou sob elevadas temperaturas, contribuem para o aumento da viscosidade. Tais características resultam em produtos com textura mais cremosa e sabor equilibrado (VORAGEN, 1998; ROBERFROID, 2005b). Promovem ainda aumento da estabilidade de espumas, excelentes propriedades de derretimento e estabilidade ao congelamento e descongelamento, sem qualquer sabor residual em sobremesas geladas (ROBERFROID, 2005b; ISIK *et al.*, 2011; PIMENTEL; GARCIA; PRUDENCIO, 2012).

2.5 GELADOS COMESTÍVEIS

Segundo a RDC Nº 266, de 22 de setembro de 2005, gelados comestíveis são os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterizem o produto (BRASIL, 2005). Quanto à sua composição, podem ser classificados como: sorvetes de creme;

sorvetes de leite; sorvetes; *sherbets*, gelados de frutas ou *sorbets*; gelados (BRASIL, 1999).

Posteriormente, a legislação brasileira incluiu aos gelados comestíveis o *frozen yogurt*. Este é definido como produto obtido basicamente de leite, submetido à fermentação láctea através da ação de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, ou a partir de iogurte com ou sem adição de outras substâncias alimentícias, sendo posteriormente aerado e congelado (BRASIL, 2000).

Considerado um sorvete fermentado, o *frozen yogurt* associa o valor nutricional do iogurte com o sabor refrescante do sorvete, possuindo baixo teor de gordura e lactose (AYUB, 2010; GOFF, 2011). Segundo Tamime e Robinson (2007) os *frozens yogurts* podem ser classificados em três categoriais: leves, duros e *mousses* e sua composição está apresentada na Tabela 1. Já a legislação brasileira determina que, em sua composição o *frozen yogurt* deve conter, no mínimo, 70 % de iogurte, 26 % de sólidos totais, 2,5 % de gordura de origem láctea e 2,5 % de proteínas do leite (BRASIL, 2005).

Tabela 1 – Composição química (g/100g) de mistura para *frozen yogurt*.

Ingredientes	Frozen Yogurt		
	Leve (g/100g)	Duros (g/100g)	Mousses (g/100g)
Gordura	2-6	2-6	3
Sólidos não gordurosos do leite	5-10	5-14	12
Açúcar	8-20	8-16	8
Estabilizantes/Emulsificantes	0,2-1,0	0,2-1,0	2,4
%Overrun	50-60	70-80	90

Fonte: TAMIME; ROBINSON, 2007.

Os benefícios à saúde proporcionados pelos alimentos fermentados, como também, o apelo nutricional e sensorial fazem do *frozen yogurt* um produto emergente no mercado de sorvetes. Dados da Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes apontaram crescimento na produção de sorvetes tipo *soft* no Brasil, categoria que se enquadra o *frozen yogurt*. Em 2003, foram produzidos 44 milhões de litros, frente os 133 milhões de litros processados em 2016 (ABIS, 2018).

A indústria de alimentos vem utilizando soro de leite e inulina para atender este novo perfil mercadológico, pois tais componentes conferem modificações na composição química e nutricional do produto, além de torná-los mais atraentes sensorialmente (BURITI; CASTRO; SAAD, 2010). Desta maneira, o desenvolvimento

de formulações com ingredientes que potencializem as características desejáveis do sorvete, possuam apelo nutricional, especialmente redução de calorias e, sejam tecnologicamente viáveis é promissor.

2.6 USO DE SORO DE LEITE E INULINA EM GELADOS COMESTÍVEIS

Na estrutura de sorvetes, a gordura do leite exerce papel fundamental para sua formação e estabilização (GRANGER *et al.*, 2005; XINYI; PEI; SCHMIDT, 2010), agindo sobre a cremosidade, as características de textura, além de contribuir na produção de propriedades de derretimento características deste produto (MARSHALL; GOFF; HARTEL, 2003). Entretanto, ao reduzir o teor de gordura de sorvetes em geral, há uma tendência de desestabilização da estrutura e os atributos relacionados à qualidade, como viscosidade, dureza, fração de derretimento e sabor são prejudicados (EL-NAGAR *et al.*, 2002). Com isto, os substitutos de gorduras são adicionados às formulações para desempenharem propriedades funcionais semelhantes à este ingrediente, sendo os carboidratos e proteínas os mais empregados (BENJAMINS *et al.*, 2009).

Do ponto de vista tecnológico, a utilização do soro de leite ou suas formas na fabricação de sorvetes destina-se à substituição parcial do leite. Pois, esse ingrediente pode contribuir com a solubilidade, emulsificação, viscosidade, estabilidade e aumenta a aeração do produto, formando uma rede de espuma estável, além de reduzir o custo final do produto (CALDEIRA *et al.*, 2010, FEITOSA, 2012; VIDIGAL *et al.*, 2012).

Por sua vez, as proteínas do soro, nas formas de concentrado, isolado e hidrolisado protéico, podem ser amplamente utilizadas como substitutos de gordura. Ademais, algumas dessas frações protéicas permanecem dissolvidas na parte aquosa do sistema, favorecendo a estabilidade da estrutura do produto, tendo como resultado a redução da recristalização do sorvete (ROSSA; BURIN; BORDIGNON-LUIZ, 2012; GOFF; HARTEL, 2013).

Para Pescuma e colaboradores (2010), as bactérias ácido lácticas são beneficiadas pela fermentação do soro devido à intensa atividade metabólica sobre carboidratos, lipídeos, proteínas e peptídeos alergênicos que nele estão presentes. Desta forma, este grupo de microrganismos contribuirão na digestibilidade, preservação, melhoria da textura e perfil sensorial dos alimentos. Uma vez que, há

redução do teor de lactose, produção de ácido láctico, influenciando de modo positivo o *flavor* e a textura do produto final, especialmente iogurtes e *frozen yogurts*.

Silva e Bolini (2006) avaliaram a percepção dos provadores, devido à substituição de leite desnatado por diferentes concentrações (0%; 30%; 60%; 80%; 100%) de produto de soro ácido em pó na composição de sorvetes. Desta forma, não observaram diferenças estatísticas significativas ($p \geq 0,5$) entre as formulações testadas quanto ao gosto doce avaliado. Concluíram ainda que os níveis de substituição de 30 e 60% foram os que obtiveram melhor aceitação pelos provadores.

Tão versátil quanto o soro de leite, a inulina também é largamente empregada em produtos lácteos, incluindo gelados comestíveis. É utilizada em diversos produtos como substituto total ou parcial de gordura (NAIR; KHARB, THOMPSON, 2010; RODRÍGUEZ-GARCÍA *et al.*, 2013), auxilia na formação de géis, estabilidade de espuma, como também na viscosidade (ROBERFROID, 2005b). Assim, a inulina pode ser incorporada aos gelados comestíveis de forma isolada ou associada aos derivados do soro para potencializar as propriedades físico-químicas, reológicas e sensoriais desejáveis nestes produtos.

Reazei e seus colaboradores (2014) investigaram os efeitos de diferentes percentuais de inulina (0%; 1%; 2%) sobre as características físico-químicas, reológicas e sensoriais de *frozen yogurts* probióticos. Ao fim das análises, os resultados mostraram que a adição da inulina nos sorvetes melhorou as propriedades de *overrun*, viscosidade e derretimento, especialmente na formulação de 2%. Esta concentração também apresentou resultados mais expressivos quanto aos atributos sensoriais. Achados semelhantes foram relatados por Muzammil; Rasco; Sablani (2017), onde a inulina promoveu aumento no *overrun* e viscosidade de *frozen yogurts*. Como também, a diminuição das taxas de derretimento e o tamanho das bolhas de ar e dos cristais de gelo, levando a produtos cremosos, macios e que demoraram mais a derreter.

Em estudo visando reduzir o conteúdo de gordura e açúcar em sorvetes, Pintor; Escalona-Buendía; Totosa (2017), verificaram correlação significativa da inulina e *overrun* ($p < 0,05$), pois altos percentuais de *overrun* foram relacionados a maior viscosidade, por promoverem a incorporação de bolhas de ar de forma mais eficiente e de menor tamanho. Ademais, houve efeito significativo da interação entre gordura e inulina ($p < 0,05$), onde a incorporação desta fibra agiu como estabilizante

para compensar a redução de sólidos e gordura das formulações propostas. Assim, devido à sua capacidade em reter e imobilizar grande quantidade de água, ocorreram menor cristalização e maior estabilidade das bolhas de ar do sistema. Fatores que refletem em maior tempo para os sorvetes derreterem.

Contudo, Tiwari *et al.* (2015) investigaram a influência de diferentes percentuais de inulina, em substituição a gordura láctea, sob parâmetros físico-químicos, reológicos e sensoriais de sorvetes com baixo teor de gordura. Seus resultados mostraram que a incorporação deste prebiótico influenciou negativamente a viscosidade e as taxas de derretimento dos mesmos. Em relação aos atributos sensoriais, as formulações com 2% e 4% de inulina obtiveram escores similares ao controle.

Alguns autores também creditam a esta fibra um efeito protetor sobre diferentes estirpes de probióticos, aumentando a contagem, a sobrevivência e a atividade durante o armazenamento em gelados comestíveis (DI CRISCIO *et al.*, 2010; PADIYAN *et al.*, 2012; REZAEI *et al.*, 2014; ABDELAZEZ *et al.*, 2017). No entanto, análises mais detalhadas e padronizadas devem ser realizadas a fim de atestar tal ação sobre estes microrganismos.

Na pesquisa conduzida por Kaur; Minhas; Bajwa (2007) foram analisadas a influência isolada da inulina e do concentrado protéico de soro sobre as propriedades físicas e físico-químicas de *frozen yogurts*. Desse modo, observou-se um aumento da viscosidade com a incorporação de inulina, enquanto a suplementação com concentrado protéico de soro provocou o efeito inverso sobre o produto. Em contrapartida, ao avaliarem a ação isolada tanto do isolado protéico de soro, quanto inulina em relação às propriedades reológicas de sorvetes, Akalin; Karagözlü; Ünal (2008), verificaram os maiores valores para viscosidade aparente nos tratamentos com isolado protéico. Entretanto, a dureza instrumental mostrou-se superior ao controle, tanto para formulações com inulina ou isolado protéico de soro.

O efeito do concentrado protéico de soro e da inulina sobre as características físico-químicas, sensoriais e resistência gastrointestinal de cepas probióticas *in vitro* de sorvetes simbióticos de graviola foram estudados por SOUSA (2013). Os resultados mostraram que a utilização conjunta dos substitutos de gordura proporcionaram melhoria significativa na dureza instrumental, resistência ao derretimento, *overrun* e na aceitabilidade sensorial quando comparados ao sorvete

controle ($p < 0,05$). Além disso, a associação deles influenciou positivamente a sobrevivência das bactérias probióticas *in vitro*.

Diante do exposto, verifica-se a relevância da utilização de soro de leite e/ou inulina no mercado alimentício, especialmente o de gelados comestíveis. Para assim atender a um grupo crescente de consumidores, que cada vez mais, busca por opções que tragam benefícios à saúde, com produtos de melhor qualidade nutricional, com menos açúcares e gorduras, consequentemente, redução de calorias. Além de fomentar alternativas para minimização do impacto negativo ao meio ambiente e do desperdício de matéria prima com valor nutricional e econômico potencial, por meio do descarte inapropriado do soro de leite.

3 HIPÓTESE

A utilização de soro de leite pasteurizado e inulina é uma alternativa viável na elaboração de *frozen yogurt*, garantindo melhor valor nutricional e qualidade ao produto final.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar *frozen yogurt* a partir de soro de leite suplementado com inulina.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as características físico-químicas do soro de leite;
- Caracterizar as propriedades físico-químicas, reológicas e microbiológicas dos produtos elaborados;
- Avaliar a estabilidade das formulações de *frozens*;
- Investigar os atributos sensoriais dos *frozen yogurts*.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração das formulações de *frozen yogurts*, as análises físico-químicas, reológicas, microbiológicas e sensoriais ocorreram no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

5.1 MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS

Para produção do *frozen yogurt* foi utilizado soro de leite, obtido de uma indústria produtora de queijos e produtos lácteos localizada na cidade de Ribeirão–PE; leite em pó integral; açúcar cristal; cultura láctea mista; emulsificante à base de monoglicerídeos de ácidos graxos destilados (INS 417), sal de ácidos graxos (ISN 4700), monoestearato de sorbitana (ISN 491) e polioxietileno de monoestearato de sorbitana (ISN 435); estabilizante á base de açúcar e espessantes: goma guar (ISN 412), carboximetilcelulose (ISN 466) e goma tara (ISN417); inulina (DP≥10–conforme Anexo A). Os ingredientes foram adquiridos em comércio local da cidade de Recife–PE, à exceção do soro de leite e da inulina (Tabela 2).

Tabela 2 – Ingredientes, suas proporções e variáveis a serem estudadas na produção dos *frozen yogurts* (F0 a F3).

Ingredientes (%)	Frozen Yogurs			
	F0	F1	F2	F3
Leite em pó integral ¹	12	12	12	12
Açúcar cristal ²	10	10	10	10
Cultura láctea mista ³	10	10	10	10
Emulsificante ⁴	1,00	1,00	1,00	1,00
Estabilizante ⁵	1,00	1,00	1,00	1,00
Inulina ⁶	0,0	1,00	2,00	4,00
Soro de leite ⁷	66,0	65,0	64,0	62,0
Total	100	100	100	100

Fonte: Adaptado de SOUSA, 2013.

¹Leite em pó Itambé (Belo Horizonte–MG); ²Açúcar Petribu (Lagoa de Itaenga–PE); ³Cultura láctea liofilizada com as cepas de *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* (1:1) (Nossa Fórmula–Farmácia de Manipulação); ⁴Emustab, Selecta (Duas Rosa Industrial Ltda, Jaraguá do Sul–SC); ⁵Super Liga Neutra, Selecta (Duas Rosa Industrial Ltda, Jaraguá do Sul–SC); ⁶ Orafiti®GR (Beneo-Orafiti S.A., Bélgica); ⁷Laticínio FACO Ltda (Ribeirão–PE).

5.2 ELABORAÇÃO DOS *FROZEN YOGURTS*

5.2.1 Preparo do inóculo

No preparo do inóculo foi reconstituído um litro de leite a 13% com água destilada estéril, aquecida até 42°C. Após esta etapa, o leite foi homogeneizado, e então, inoculado um grama de fermento láctico liofilizado. Em seguida, encubou-se a mistura em estufa a 42±1°C durante quatro horas (cepa mãe). Após este período resfriou-se com água e gelo e mantido em refrigeração a 4°C até 10 dias.

5.2.2 Elaboração do iogurte

A base para fermentação foi composta por 12% (m/v) leite em pó integral, 10% (m/v) açúcar cristal, 1% (m/v) liga neutra, inulina em concentrações variáveis de 0%, 1%, 2% e 4% e soro de leite previamente pasteurizado a 90°C por 5 minutos, em banho-maria (FANEM). Inicialmente, os ingredientes secos foram pesados. Seguiu-se, então, a homogeneização destes com o soro pasteurizado em liquidificador (Walita, Brasil) por três minutos. Após esta etapa, foi inoculado 10% da cepa mãe em cada formulação do iogurte (inóculo) – previamente preparada. A esta base dos iogurtes foi denominada de *mix* de iogurte.

5.2.3 Determinação do tempo de fermentação

O tempo de fermentação foi estabelecido através dos valores de pH e acidez atingirem 4,5±1 e 0,6-1,5 de ácido láctico/100g do produto, respectivamente, sendo este estimado entre 4 a 6 horas.

5.2.4 Preparo do *frozen yogurt*

Após o período de fermentação, homogeneizou-se e resfriou-se o *mix* de iogurte de cada formulação por 12 horas em refrigerador (Consul, Brasil). Transcorrido este ciclo, os *mixs* foram aerados e congelados em sorveteira ICE – 21 Series (Cuisinart®, Estados Unidos), com 1% (m/v) de emulsificante, por 15 minutos. Logo em seguida, 60 g dos *frozens* foram porcionados em recipientes plásticos com capacidade para 100 mL e mantidos congelados a -18±3°C, em freezer FE 22 (Eletrolux, Brasil), até o momento das análises, conforme a Figura 2.

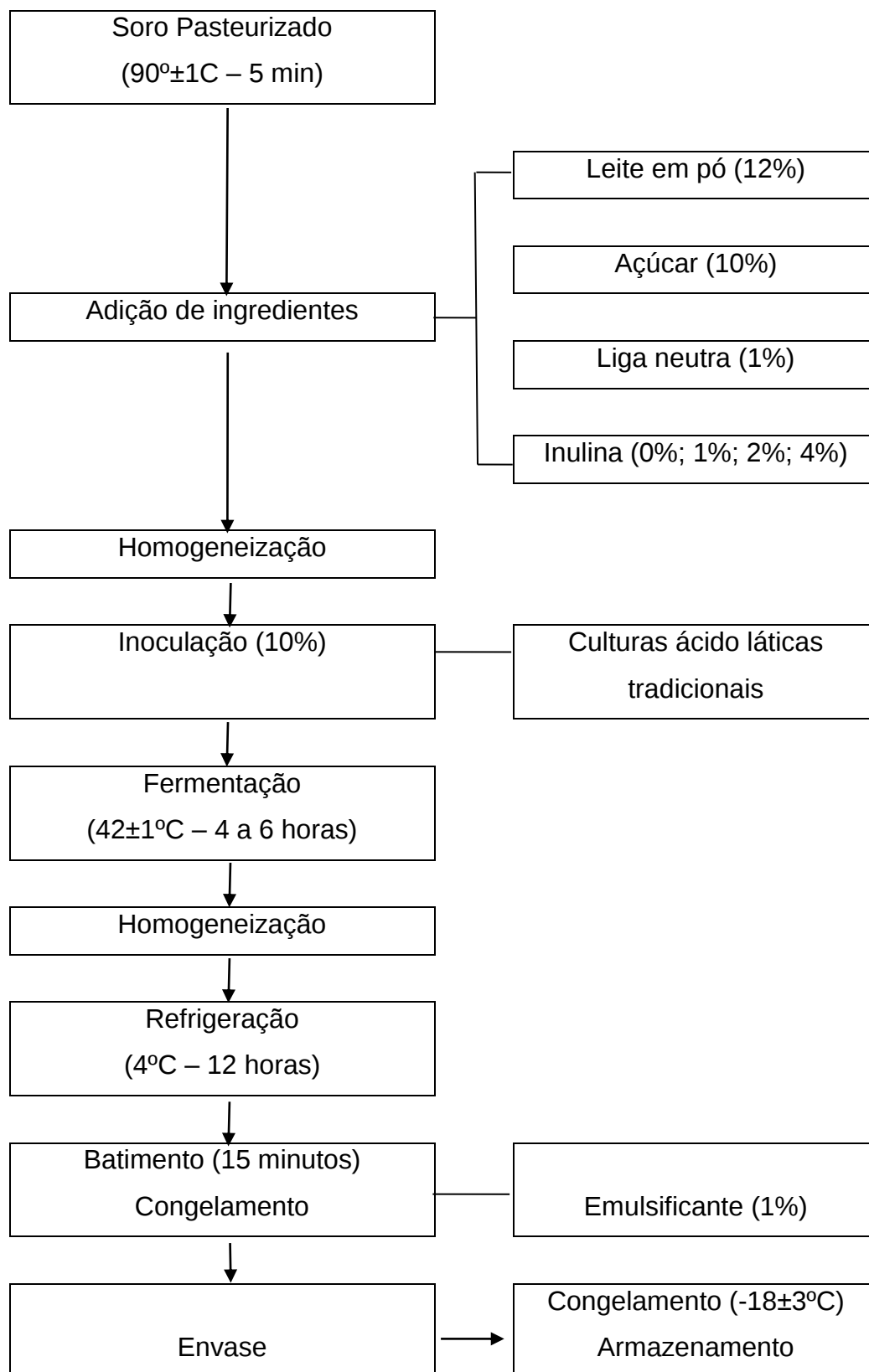


Figura 2 – Fluxograma de elaboração de frozen yogurt à base de soro de leite.

Fonte: Adaptado de DALLA CORTE, 2008; SOARES *et al.*, 2011.

5.3 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS

A caracterização físico-química do soro de leite e das formulações dos *frozen yogurts* realizaram-se, em triplicata, para os valores de pH, acidez expressa em ácido láctico, umidade, teor de cinzas, proteínas, gorduras e sólidos totais, acrescidos do Valor Energético Total (VET) para os *frozens*, de acordo com as seguintes metodologias:

5.3.1 pH

A medição do pH das amostras foi determinada em potenciômetro digital da marca MicroNAL B474®, de acordo com a metodologia da AOAC (2002).

5.3.2 Acidez titulável

A acidez do *frozen yogurt* foi determinada por titulação, utilizando-se solução de NaOH 0,1N conforme AOAC (2002). Os resultados foram expressos em gramas de ácido láctico/100g.

5.3.3 Umidade

O teor de umidade foi realizado a partir da determinação gravimétrica das amostras em estufa a 105°C, até peso constante (AOAC, 2002).

5.3.4 Cinzas

A determinação das cinzas foi realizada gravimetricamente através do resíduo mineral fixo obtido em mufla à 550°C, até peso constante (AOAC, 2002).

5.3.5 Proteínas

A análise de proteínas foi realizada baseando-se na determinação do teor de nitrogênio total por destilação em aparelho *MicroKjeldhal* (AOAC, 2002), utilizando o fator 6,38 para cálculo da concentração de proteína.

5.3.6 Gorduras

Os teores de gordura foram determinados pelo método de Gerber (AOAC, 2002).

5.3.7 Sólidos totais

O resíduo seco foi calculado, subtraindo-se de 100 g da amostra o número de g de “umidade por cento” analisada (AOAC, 2002).

5.3.8 Carboidratos

O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre as porcentagens de umidade, cinzas, gordura e proteínas (BRASIL, 2003).

5.3.9 Valor Energético Total

Para o Valor Energético Total (VET) das formulações foram utilizados os fatores de conversão de Atwater e da energia oriunda da inulina, $[(4 \text{ kcal} \times \text{g proteínas}) + (4 \text{ kcal} \times \text{g carboidratos}) + (9 \text{ kcal} \times \text{g lipídios}) + (2 \text{ kcal} \times \text{g inulina})]$, utilizando os valores em base úmida. O resultado foi expresso em kcal/100 g de produto, conforme a Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003).

5.3.10 Overrun

Este representa o percentual de incorporação de ar e calculou-se segundo Akin; Akin; Kirmaci (2007). Cada grupo experimental foi avaliado em triplicata, conforme equação:

$$\text{Overrun} = [(M1 - M2)/M2] \times 100$$

Onde *M1* representa a massa do *mix* de iogurte (g) e *M2* representa massa do *frozen yogurt*.

5.4 TESTE DE DERRETIMENTO

No teste de derretimento foram medidos os tempos de primeiro gotejamento e os derretimentos totais das amostras, conforme metodologia proposta por Akin, Akin, Kirmaci (2007), com modificações. Cada amostra do *frozen yogurt* (aproximadamente 60 g) foi acomodada numa tela de malha metálica (2 mm) sobre uma proveta. As amostras foram deixadas a temperatura controlada de $24 \pm 1^\circ\text{C}$ e o volume drenado foi registrado a cada cinco minutos, até derretimento total. Os tempos de primeiro gotejamento e derretimento completo foram expressos em minutos e as análises foram realizadas em triplicata. A taxa de derretimento foi calculada, a partir do volume drenado (mL) e do período de coleta (min), os quais

foram plotados em gráfico bidimensional, obtendo-se assim, a inclinação da equação da reta (CAVENDER; KERR, 2013). Paralelamente, foram registradas fotografias das amostras a cada cinco minutos, segundo MUSE; HARTEL (2004).

5.5 ANÁLISE DE TEXTURA

Para execução do teste, as amostras foram, previamente, armazenadas em recipientes plásticos contendo 60 gramas a $-18\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a análise. A avaliação da textura dos *frozens* foi realizada no texturômetro Analyser CT3 (Brookfield Engineering Laboratories Inc., Middleboro, MA, USA) equipado com uma sonda cilíndrica com o diâmetro de 38,1 mm. Todas as análises foram realizadas em sextuplicata, utilizando-se as seguintes condições para análise: profundidade de penetração de 10 mm; força, 6 g; velocidade da sonda durante a penetração, 1 mm s^{-1} ; velocidade da sonda antes e depois da penetração, 2 mm s^{-1} . As amostras, mantidas nos recipientes plásticos, foram penetradas em dois pontos na superfície mais macia e quatro medidas foram registradas para cada amostra. A dureza foi considerada como a força de pressão de pico, em Newton, durante a penetração, conforme metodologia de DOMAGALA *et al.* (2005).

5.6 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS FORMULAÇÕES DE FROZEN YOGURTS

Os *frozen yogurts*, armazenados no freezer à $-18\pm 3^{\circ}\text{C}$, foram avaliados nos dias 1, 30, 60, 90 e 120 quanto ao valor de pH, acidez titulável expressa em ácido láctico (AOAC, 2002) e determinação de células viáveis de *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*.

Para contagem de células viáveis de *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* e *S. salivarius* ssp. *thermophilus*, 25 g de amostra foram misturados com 225 mL de água peptonada (Acumedia, Neogen Corporation, Estados Unidos), sendo esta a diluição primária. Em seguida, foram preparadas diluições seriadas e o número de células viáveis foi determinado a partir da alíquota de 1 mL pela técnica *pour plate*. As células viáveis de *L. delbrueckii* ssp. *bulgaricus* foram enumeradas em meio ágar MRS (Merck, Alemanha) ajustado para pH $5,4\pm 1$ com ácido acético glacial e incubação anaeróbica a 37°C por 72 horas (IDF, 1997). A anaerobiose foi obtida pela reação de 0,5 g de carbonato de cálcio com 2,5 mL de água destilada e 2,5 mL de ácido clorídrico 0,1 N. A contagem de *S. salivarius* ssp. *thermophilus* foi realizada

em meio ágar "*Streptococcus thermophilus*" com pH ajustado para $6,8 \pm 1$ em incubação aeróbica a 37 °C por 72 horas (DAVE; SHAH, 1996).

5.7 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas foram realizadas, em triplicata, nas quatro formulações dos *frozen yogurts* de acordo com as exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001). Assim, as amostras foram analisadas quanto a presença de coliformes a 45°C/g, estafilococos coagulase positivo/g e *Samonella spp.* em 25g (AOAC, 2002). Este procedimento foi realizado antes da Avaliação Sensorial, com o propósito de garantir a segurança do alimento aos provadores.

5.8 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE, com Número do Parecer: 3.029.190 e CAAE 83456917.0.0000.5208 (ANEXO B) e todos os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme o APÊNDICE A.

5.8.1 Participantes

Foram recrutados 106 participantes não treinados.

5.8.2 Critérios de inclusão

Foram incluídos indivíduos de ambos os sexos, entre 18 e 60 anos, recrutados de forma aleatória.

5.8.3 Critérios de exclusão

Foram excluídos aqueles que possuírem intolerância à lactose e/ou alergia à proteína do leite de vaca.

5.8.4 Procedimentos para coleta

Cerca de 15 g de cada amostra congelada e tampada foram servidas em copos de plástico descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos e envolvidos por um suporte térmico de isopor para manutenção da temperatura de $-10 \pm 2^\circ\text{C}$. Será solicitado aos provadores que consumam porções de

bolacha (*cream cracker*) e enxaguem a boca com água à temperatura ambiente, entre uma formulação e outra, afim de neutralizar o sabor da amostra anterior.

Foi utilizado o teste de aceitação, com aplicação de escala hedônica de nove pontos (1= desgostei extremamente e 9= gostei extremamente), sendo avaliados os atributos de aroma, aparência, sabor, textura e impressão global.

Para o teste intenção de compra foi empregado uma escala hedônica de cinco pontos (1= certamente não compraria e 5= certamente compraria), de acordo com o APÊNDICE B (DUTCOSKY, 2013).

5.8.5 Local/Forma/Tempo mínimo de armazenamento dos dados coletados

Todas as informações desta etapa da pesquisa são confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação.

Os dados coletados nesta pesquisa (formulários) ficarão armazenados em pastas de arquivos e no computador pessoal, sob a responsabilidade do orientador, no endereço Av. Professor Moraes Rêgo, 1235, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50670-901 (Departamento de Nutrição), pelo período mínimo de 5 anos.

5.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir dos dados obtidos foram calculados a média e o desvio-padrão das análises. As diferenças entre os grupos foram determinadas por meio da análise de variância (ANOVA), seguidas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, realizadas através de programa computacional GraphPadPrism Versão 6.01.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO SORO DE LEITE

A Tabela 3 apresenta os resultados, expressos em média de três repetições, da composição do soro de leite oriundo da fabricação de queijo do tipo coalho.

Tabela 3 – Composição físico-química do soro de leite obtido da fabricação de queijo coalho (100g).

Composição	Soro*
Umidade (g)	92,83±0,02
Proteínas (g)	0,98±0,00
Lipídeos (g)	0,17±0,02
Cinzas (g)	0,44±0,01
Carboidratos (g)	5,58±0,00
Total	100,00
pH	5,33±0,02
Acidez titulável (ácido láctico)	0,25±0,00
Sólidos totais (g)**	7,17±0,02

FONTE: Autoria própria, 2019.

*Valores expressos em média de três repetições ± desvio padrão. **Resíduo seco após secagem da amostra na análise de umidade.

O valor para pH foi de 5,33±0,02, caracterizando-o como soro ácido, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite, por apresentar pH abaixo de 6,0 (BRASIL, 2014). Observou-se ainda, que os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por Soares *et al.* (2011), no qual apresentaram a seguinte composição: 0,25 g de ácido láctico/100 mL de soro; 0,88 g/100 mL de proteínas; 0,42 g/100 mL de gordura; 5,64 g/100 mL de carboidratos; 6,95 g/100 mL de extrato seco (sólidos totais).

A legislação ainda estabelece padrões para teor mínimo de sólidos totais e proteínas lácteas, de 5 g/100mL e 0,5 g/100 mL, respectivamente (BRASIL, 2014), estando tais parâmetros dentro dos limites regidos pela legislação pertinente, no presente estudo.

6.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS FROZEN YOGURTS

Os resultados obtidos através das análises físico-químicas realizadas nas formulações de *frozen yogurts* elaboradas, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Composição centesimal (%) e Valor Energético Total (VET) em Kcal/100g das formulações de *frozen yogurts* elaboradas com soro de leite suplementadas com diferentes concentrações de inulina.

Composição	Formulações			
	F0	F1	F2	F3
Umidade	72,42±0,16 ^a	70,6±0,43 ^b	68,65±0,01 ^c	68,32±0,15 ^c
Proteínas	4,40±0,30 ^a	3,88±0,12 ^{b,c}	4,19±0,05 ^{a,c}	3,77±0,05 ^c
Lipídios	3,90±0,05 ^b	3,10±0,35 ^c	4,22±0,06 ^{a,b}	4,57±0,06 ^a
Cinzas	1,12±0,01 ^a	1,10±0,03 ^{a,c}	1,14±0,07 ^a	1,02±0,02 ^{b,c}
Carboidratos	18,16±0,20 ^d	21,32±0,00 ^c	21,80±0,06 ^b	22,32±0,03 ^a
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Sólidos totais (%)*	27,58±0,16 ^c	29,4±0,43 ^b	31,15±0,17 ^a	31,68±0,15 ^a
VET	125,34	126,71	137,96	137,53

FONTE: Autoria própria, 2019.

F0; F1; F2; F3 – Formulações com 0%, 1%, 2% e 4% de inulina, respectivamente. *Resíduo seco após a secagem das amostras na análise de umidade. Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n = 3). Na mesma linha, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Não há atualmente, na legislação brasileira, padrões de identidade e qualidade para *frozen yogurt* especificamente. Contudo, como este produto é considerado um tipo de sorvete, adota-se nesse caso para efeitos de comparação a Resolução RDC Nº 266, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, que aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases de gelados comestíveis (BRASIL, 2005).

O teor protéico das formulações atendeu às especificações, sendo superior ao parâmetro mínimo recomendado (2,5%). Achados semelhantes para o conteúdo de proteínas foram obtidos por Dalla Corte (2008), ao desenvolver *frozen yogurts* à base de leite de vaca suplementados com caseinato de cálcio, inulina e probióticos.

Os resultados para o conteúdo de gorduras dos *frozens yogurts* elaborados no presente estudo também encontram-se dentro dos limites mínimos preconizados pela legislação dos gelados comestíveis (BRASIL, 2005), a qual estabelece um teor mínimo de 2,5% de gorduras de origem láctea. Ainda observa-se que, os teores de

gordura das formulações com 2% e 4% de inulina foram significativamente superiores aos grupos sem e com 1% de inulina ($p < 0,05$).

Acerca dos valores obtidos para os carboidratos, verifica-se que estes variaram de 18,16% a 22,32%, apresentando diferença estatística entre as quatro formulações desenvolvidas ($p < 0,05$). Os resultados também permitem inferir que a formulação F3 foi superior aos demais *frozens* elaborados.

Segundo Sousa (2013), sólidos totais são todos os ingredientes que compõem o produto, à exceção da água e a sua quantidade é definida conforme a composição final do sorvete a ser apresentado ao consumidor. Em sorvetes convencionais formulados com leite, os teores de sólidos totais podem variar de 28% a 40% (CLARKE, 2004; GOFF; HARTEL, 2013). No presente estudo, os teores de sólidos totais oscilaram entre 27,58% a 31,68%, sendo tais valores superiores ao padrão mínimo exigido pela portaria supracitada (26%). Em estudo anterior, ao investigarem os efeitos da suplementação de inulina e glicerol nas propriedades físico-químicas de *frozens yogurts*, Muzammil; Rasco; Sablani (2017) obtiveram resultados superiores a este trabalho para formulações com 0%, 2%, 4% e 6% de inulina.

6.3 OVERRUN E TESTE DE DERRETIMENTO

O ar é um elemento fundamental na composição de sorvetes. E sua expansão, mensurada através do *overrun*, consiste em um dos mais importantes parâmetros técnicos na produção destes, uma vez que, afeta propriedades físicas como textura, taxa de derretimento, além de estabilidade durante o armazenamento e preço do produto (MARSHALL; GOFF; HARTEL 2003; MUSE; HARTEL, 2004; SOFJAN; HARTEL, 2004).

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que os percentuais de incorporação de ar foram inferiores (11,8% a 18,2%), ao serem contrapostos ao parâmetro da Resolução RDC Nº 266, de 22 de setembro de 2005, da ANVISA, que estabelece um padrão máximo de 110% de *overrun* para gelados comestíveis (BRASIL, 2005).

Tabela 5 – *Overflow*, tempo de primeiro gotejamento e tempo total de derretimento das formulações de *frozen yogurts* elaboradas com soro de leite suplementadas com diferentes concentrações de inulina.

Formulações	<i>Overflow</i>	Tempo de 1º gotejamento (minutos)	Tempo total de derretimento (minutos)
F0	11,8±0,3 ^c	20,3±1,15 ^c	85±0,58 ^c
F1	12,9±0,8 ^c	20,7±0,58 ^c	85±0,00 ^c
F2	14,8±0,7 ^b	24,7±0,58 ^b	89±0,58 ^b
F3	18,2±0,2 ^a	26,3±0,58 ^a	92±0,58 ^a

FONTE: Autoria própria, 2019.

F0; F1; F2; F3 – Formulações com 0%, 1%, 2% e 4% de inulina, respectivamente. Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n = 3). Na mesma coluna, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para Muse; Hartel (2004), a mudança de um aspecto da formulação ou nas condições de processamento do produto pode provocar modificações em vários aspectos estruturais do sorvete. Assim, estes valores baixos para o *overflow* podem ser justificados quanto ao tipo de processamento realizado nesta pesquisa, pois na produção de sorvetes comerciais é injetado ar nos produtos. Já nas amostras de *frozens* desenvolvidas com soro de leite e inulina este mecanismo não foi empregado.

Observou-se ainda que houve aumento significativo do *overflow* para as amostras suplementadas com 2% e 4% de inulina ($p < 0,05$). Resultados similares foram demonstrados por Akalin; Karagozlu; Ünal (2008); Rezaei *et al.* (2014), onde a adição de inulina melhorou o *overflow* em sorvetes. Em contrapartida, Akin; Akin; Kirmaci (2007) e Pinto *et al.* (2012) não obtiveram resultados estatisticamente significantes na incorporação de ar ($p > 0,05$), ao adicionarem 1% e 2% e 10% e 20% de inulina em *frozen yogurts*, respectivamente.

Corroboram aos nossos achados as proposições de Muzammil; Rasco; Sablani (2017) e Mahomud; Katsuno; Nishizy (2017). Estes autores inferiram que o aumento do *overflow* pode ser devido à melhoria do teor de sólidos totais e à interação entre inulina e as proteínas β -lactoglobulina e κ -caseína presentes no soro de leite, formando uma complexa matriz nas composições de *frozen yogurts*. Esta forte matriz pode aprisionar mais bolhas de ar, sendo estabilizadas pelos glóbulos de gordura presentes nos sorvetes, resultando no aumento do percentual de ar incorporado ao produto final.

Igualmente relacionado a este parâmetro, El-Zeini *et al.* (2016) apontaram que a substituição parcial de sólidos não gordurosos do leite por concentrado protéico de soro de leite aumentou a incorporação de ar em sorvetes. Segundo Lazidis *et al.* (2016), as proteínas β -lactoglobulina e α -lactalbumina, presentes no soro de leite, apresentam habilidades na formação de espuma e assim, retêm mais ar no interior da mistura de diversos produtos, incluindo sorvetes.

Os valores para o tempo de primeiro gotejamento dos *frozen yogurts* à base de soro de leite mostraram que a adição de 1% inulina não produziu efeito estatisticamente significativo frente a este parâmetro ($p>0,05$). Contudo, as amostras com 2% e 4% de inulina tiveram o tempo de primeiro gotejamento significativamente prolongado ($p<0,05$) (Tabela 5). Estes resultados foram similares aos reportados por Rezaei *et al.* (2014), ao constatarem que a adição de 1% de inulina não retardou significativamente o tempo de primeiro gotejamento dos *frozens* ($p>0,05$).

Akalin; Erisir (2008), estudando os efeitos da suplementação de oligofrutose ou inulina nas características reológicas de sorvetes probióticos com baixo teor de gordura, demonstraram que tais fibras estendiam o tempo de primeiro gotejamento das amostras. Além disso, verificaram que, estatisticamente, a inulina proporcionou um prolongamento maior neste tempo em comparação à oligofrutose.

Segundo Muse; Hartel (2004), determinadas substâncias presentes na formulação de sorvetes podem se ligar fortemente com a água, resultando em menor mobilidade no sistema. Assim, sugere-se que, houve uma interação entre proteínas provenientes do soro de leite e inulina, resultando numa forte ligação à fase líquida dos *frozens*. Esta condição prolongaria o início do derretimento dos mesmos.

O perfil de derretimento (Gráfico 1) evidencia a diminuição da taxa de derretimento associado à suplementação de inulina nos *frozens yogurts* em comparação ao grupo controle (F0). Resultados aproximados foram observados por Akalin; Erisir (2008), ao investigarem os efeitos da inulina ou oligofrutose nas características reológicas em sorvetes com baixo teor de gordura.

Isik e colaboradores (2011), pesquisando *frozen yogurts* com baixo teor de gordura e sem adição de açúcar, observaram também uma tendência semelhante com este estudo em relação à taxa de derretimento. Os autores atestaram ainda que o rápido derretimento de sorvetes, especialmente os consumidos em cones, é um

indicador de baixa qualidade dos mesmos, uma vez que estes estão mais suscetíveis ao choque térmico.

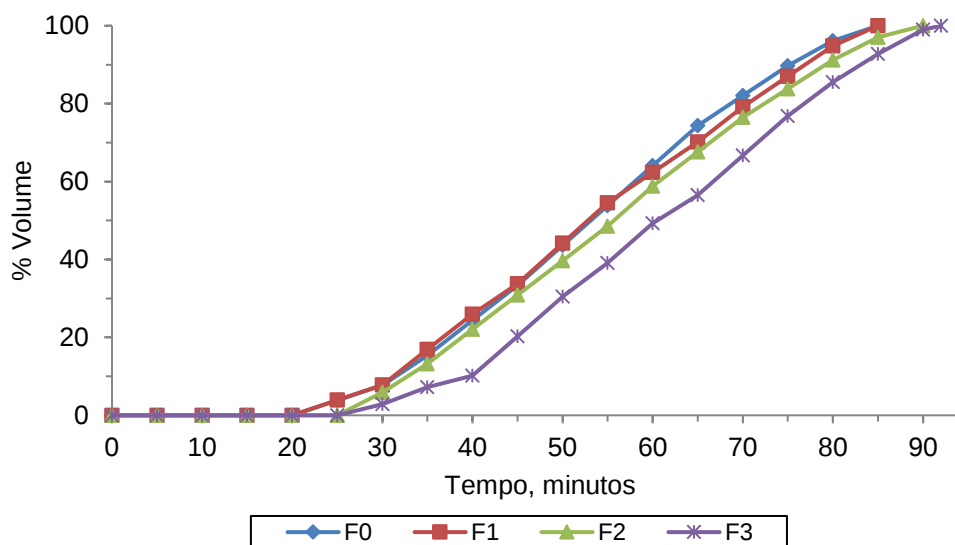


Gráfico 1 – Perfil de derretimento de *frozen yogurts* à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.

FONTE: Autoria própria, 2019.

Supõe-se que, o comportamento de derretimento observado neste trabalho está relacionado à interação dos constituintes presentes no soro e na inulina, que proporcionaram melhoria na resistência ao derretimento, conforme verificado por SOUSA (2013). Além disso, a inulina atua como agente estabilizante, imobiliza as moléculas de água do sistema e forma uma rede viscosa, retardando assim, o derretimento de *frozen yogurts* (EL-NAGAR *et al.*, 2002; MUZAMMIL; RASCO; SABLANI, 2017).

De acordo com Sofjarn; Hartel (2004), atestado por Muzammil *et al.* (2015), o *overrun* pode influenciar na taxa de derretimento, pois o ar atua como isolante térmico e reduz a taxa de transferência de calor, prolongando o derretimento. Ademais, componentes como gordura, proteínas, estabilizantes e cristais de gelo formam uma rede em volta das bolhas de ar, conduzindo à elevação da resistência do produto ao derretimento (MUSE; HARTEL, 2004; SOUKOULIS; LYRONI; TZIA, 2010).

Estudos sugerem que o soro de leite e/ou a inulina conferem efeitos positivos no aumento da incorporação de ar em sorvetes e, portanto, no derretimento dos mesmos (SOUZA, 2013; TSUCHIYA *et al.*, 2017). Com isto, verifica-se que a

formulação F3, com 4% de inulina, obteve o maior valor de *overrun* associada ao derretimento mais lento de suas amostras (Gráfico 1).

Os registros fotográficos das amostras de *frozen yogurts*, apresentados nos Apêndices C, D, E e F permitem visualizar o desmoronamento gradual da estrutura dos sorvetes. A partir da observação visual dos primeiros sinais de desmoronamento (Apêndices C, D, E e F) e os tempos de primeiro gotejamento das amostras de *frozen yogurts* (Tabela 5), nota-se que houve um sincronismo entre estes fenômenos. As amostras das formulações F0 e F1 começaram demonstrar sinais perceptíveis de derretimento a partir dos 20 minutos (Apêndices C e D), da formulação F1 aos 25 minutos (Apêndice E) e 30 minutos para F3 (Apêndice F).

Em relação ao tempo total de derretimento, perfil semelhante foi registrado entre as formulações. As amostras controle e com 1% de inulina estavam completamente derretidas após 85 minutos (Tabela 5). Enquanto, as formulações com 2% e 4% de inulina só alcançaram essa fase aos 89 e 92 minutos, respectivamente. Os dados também permitiram inferir que o tempo de derretimento total da formulação F3 foi, estatisticamente, superior às demais formulações ($p < 0,05$).

Além disso, observou-se que as formulações F2 e F3 deixaram resíduos visíveis retidos na malha metálica. Para Correia *et al.* (2008) este evento pode estar relacionado à disposição que os componentes lácteos assumem após o processo de fermentação, resultando na formação de coágulos, no iogurte e, conseqüentemente, influenciando no derretimento do produto final. É possível inferir ainda que a inulina contribuiu no processo fermentativo e portanto, na formação de coágulos mais firmes, fato que explicaria maior retenção de resíduos nessas duas formulações.

6.4 ANÁLISE DE TEXTURA

Segundo Lim *et al.* (2009), a dureza instrumental mede a resistência do produto à deformação quando uma força externa de compressão é aplicada. Assim, este teste visa simular o comportamento do sorvete durante o consumo. O comportamento de dureza no sorvete é influenciado por fatores como, ponto de congelamento, quantidade de sólidos totais, percentual de incorporação de ar, como também, quantidade e tipo de estabilizadores utilizados para a formação da calda do produto (GOFF; HARTEL, 2013).

Os resultados de dureza instrumental (N) das amostras de *frozen yogurts* armazenadas a $-18\pm3^{\circ}\text{C}$ estão dispostos no Gráfico 2. Estas indicam que a formulação com 4% de inulina alcançou o menor valor para dureza instrumental, entretanto, não houve diferença estatística significativa entre as mesmas ($p>0,05$).

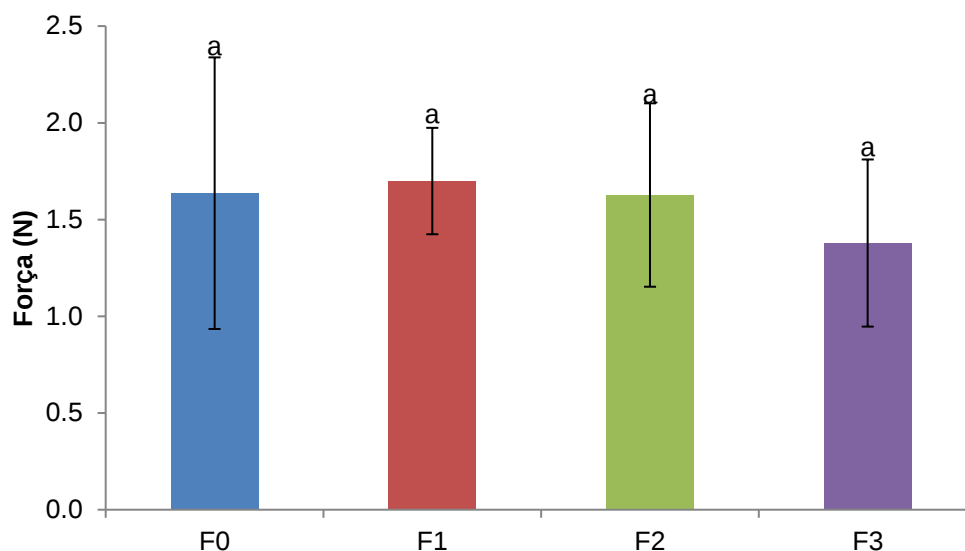


Gráfico 2 – Dureza das amostras de *frozen yogurts* à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.

Fonte: Autoria própria, 2019.

F0; F1; F2; F3 – Formulações com 0%, 1%, 2% e 4% de inulina, respectivamente. Resultados expressos como média $\pm$ desvio padrão ($n=4$) da força de pressão de pico das amostras. Letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Estes achados foram similares aos reportados por Sirotti (2016), que avaliou a textura de *frozen yogurts* de leite de ovelha adicionados de alfarroba e inulina (5%). Aime e seus colaboradores (2001), ao analisarem a textura de sorvetes elaborados com alto teor de gordura e amido modificado de ervilha como substituto de gordura, também não observaram diferença estatística sobre tal parâmetro.

Contudo, Akbari *et al.* (2016) e Muzammil; Rasco; Sablani (2017) relataram diminuição na dureza instrumental associado ao aumento na concentração de inulina em suas formulações. Os autores atribuíram seus achados à capacidade de retenção de água imputada a inulina, pois no momento que esta fibra liga-se a água, há formação de uma estrutura insolúvel e semi-rígida, podendo conferir menor dureza ao produto (EL-NAGAR *et al.*, 2002). Assim, a inulina pode agir como estabilizador da estrutura de sorvetes, com a formação de uma rede de microcristais

de géis no alimento, reduzindo a disponibilidade de água livre (AKIN; AKIN; KIRMACI, 2007; AKALIN; ERISIR, 2008; REZAEI *et al.*, 2014).

Segundo Bayarri *et al.* (2011), a dureza relaciona-se com a concentração na qual a inulina é adicionada nos produtos. Desse modo, ao adicionar concentrações inferiores a 5% de inulina em produtos lácteos líquidos ou semi-líquidos não há alterações expressivas nas características destes. Modificações nos parâmetros de textura são obtidos quando se utiliza inulina de cadeia longa, em concentração acima de 7% (GONZÁLEZ-TÓMAS; BAYARRI; COSTELL, 2009).

Para Yamul e demais pesquisadores (2013), a concentração de proteína também exerce papel relevante na formação do gel, podendo ser formados diferentes texturas a partir de diferentes concentrações protéicas. Com o aumento da concentração protéica há modificação da textura de géis, culminando em aumento da firmeza e intensificação da retenção de água pela matriz do produto (ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2005). Porém, no presente estudo não houve adição de formulações de isolados e/ou concentrados protéicos, a fonte protéica advém apenas do soro de leite e leite em pó utilizados nas formulações, fato que pode justificar a homogeneidade dos resultados alcançados.

6.5 AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DAS FORMULAÇÕES DE *FROZEN YOGURTS*

6.5.1 pH e acidez titulável

Os valores de pH e acidez titulável, expressa em gramas de ácido láctico, obtidos para as formulações de *frozen yogurts* ao longo do período de armazenamento (120 dias), estão mostrados nos Gráficos 3 e 4.

As diferentes formulações de *frozen yogurts* apresentaram valores médios de pH e acidez titulável entre 4,29–4,47 e 0,92–1,15, respectivamente. Foi verificada variação significativa ($p < 0,05$) entre as formulações durante o período de armazenamento estudado. Başıyigit; Kuleaşan; Karahan (2006) e Fávaro *et al.* (2007) mostraram que valores de pH de sorvetes produzidos com a adição bactérias lácteas manifestaram-se constantes durante o período de armazenamento.

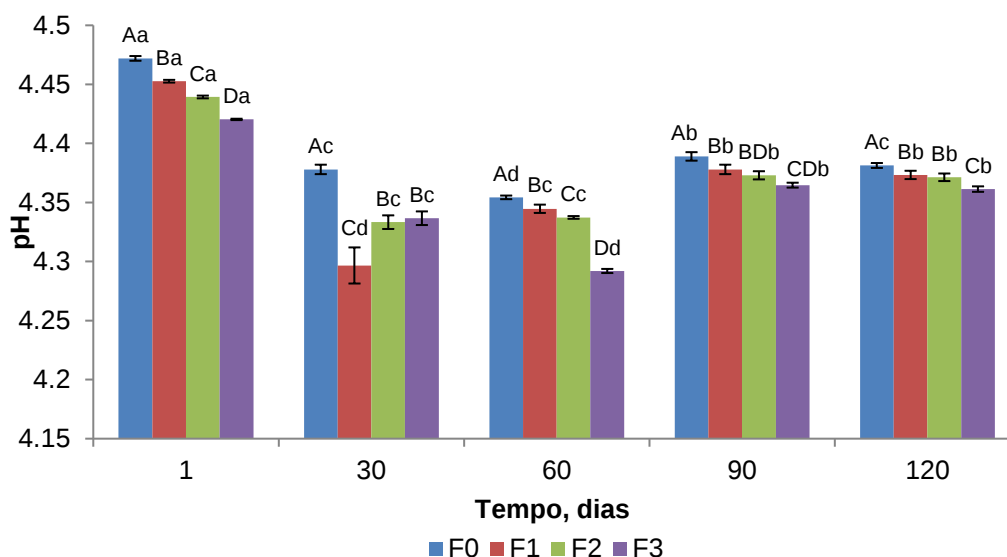


Gráfico 3 – Valores de pH (médias $\pm$ desvio padrão), durante o armazenamento de *frozen yogurts* à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.

FONTE: Autoria própria, 2019.

F0; F1; F2; F3 – Formulações com 0%, 1%, 2% e 4% de inulina, respectivamente. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, entre as diferentes formulações estudadas no mesmo período de armazenamento. Letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, entre os diferentes períodos estudados para uma mesma formulação de *frozen yogurt*.

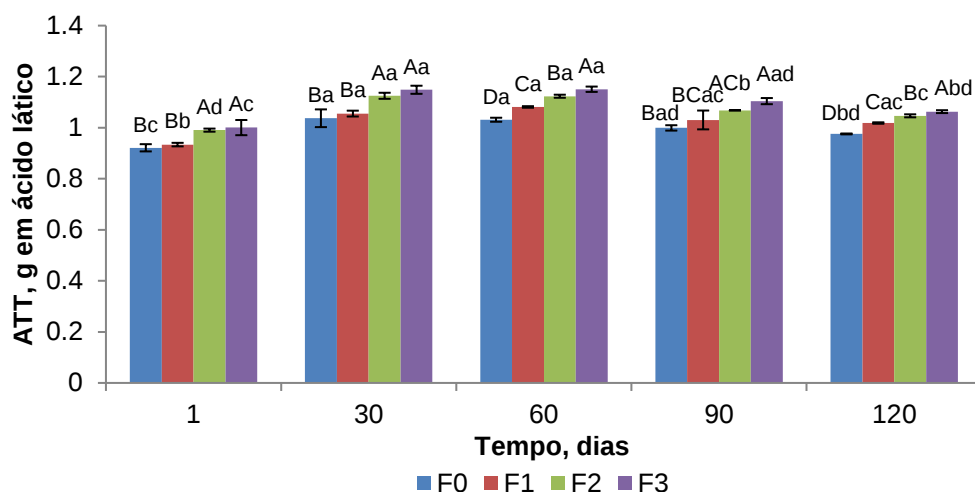


Gráfico 4 – Valores de acidez titulável (médias $\pm$ desvio padrão), durante o armazenamento de *frozen yogurts* à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.

FONTE: Autoria própria, 2019.

F0; F1; F2; F3 – Formulações com 0%, 1%, 2% e 4% de inulina, respectivamente. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças significativas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, entre as diferentes formulações estudadas no mesmo período de armazenamento. Letras minúsculas distintas indicam diferenças significativas, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, entre os diferentes períodos estudados para uma mesma formulação de *frozen yogurt*.

A formulação controle obteve os valores maiores de pH durante o período de armazenamento (Gráfico 3). Este fato pode associar-se ao maior conteúdo protéico advindo do soro de leite, conforme exposto na Tabela 3. Antunes, Cazetto; Bolini (2005) relataram que a presença de proteínas e fosfatos contidos no soro aumentam a capacidade tamponante do meio no qual foi adicionado, contribuindo para elevação do pH das formulações. Comportamento similar foi observado por Sousa (2013) e Costa (2014) em suas formulações de sorvetes simbióticos de graviola e açaí, nesta ordem.

O efeito das proteínas do soro do leite na acidificação lenta em iogurtes probióticos pode auxiliar o prolongamento da vida de prateleira do produto, conforme observado por AKALIN *et al.* (2007). Assim, observa-se comportamento semelhante no presente estudo para as formulações de *frozen* elaboradas, mesmo tendo-se utilizado bactérias ácido lácticas sem o caráter probiótico.

Nota-se também que, o *frozen yogurt* contendo 4% de inulina obteve os menores valores de pH e maiores de acidez titulável durante a estocagem, sendo esta variação significativa em relação às outras formulações ($p < 0,05$) (Gráficos 3 e 4). Resultados análogos foram reportados por GUVEN *et al.* (2005) e ARYANA *et al.* (2007) em iogurtes contendo inulina e REZAEI *et al.* (2014) em *frozen yogurts* e este prebiótico.

Para Akin; Akin; Kirmaci (2007), o aumento do conteúdo de inulina nos leites fermentados tem o papel de estimular a atividade metabólica das culturas *starters* e melhorar o desenvolvimento da acidez em sorvetes. Desta forma, pode-se inferir que desempenho similar ocorreu nas formulações analisadas, no presente estudo, em relação ao grupo controle.

6.5.2 Sobrevivência das culturas *starters*

As contagens de células viáveis das culturas *starters*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, das formulações (F0 a F3) ao longo do período de armazenamento (120 dias) estão apresentadas nos Gráficos 5 e 6. Durante o congelamento, observou-se diminuição da contagem de células viáveis em ambas as culturas, contudo sem significância estatística ($p > 0,05$). Contrariamente aos resultados alcançados, Akin; Akin; Kirmaci (2007); Akalin; Erisir (2008); Alves *et al.* (2009); Rezaei *et al.* (2014) referiram

declínio significativo de estirpes probióticas, quanto *starters*, ao longo do armazenamento de sorvetes convencionais e *frozen yogurts* ($p < 0,05$).

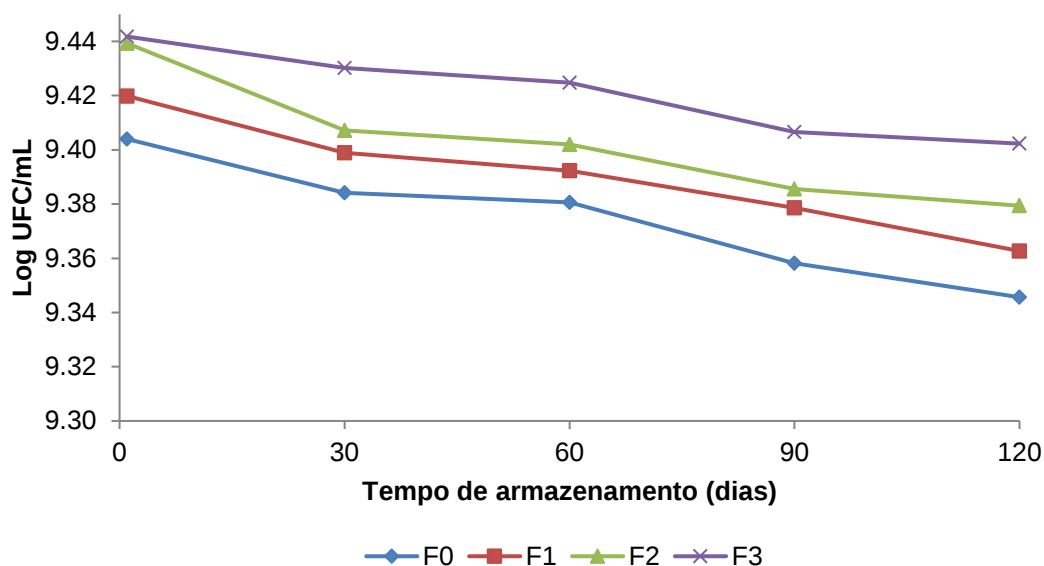


Gráfico 5 – Contagem de microrganismos *S. salivarius ssp. thermophilus* durante o armazenamento de *frozen yogurts* à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.

FONTE: Autoria própria, 2019.

F0; F1; F2; F3 – Formulações com 0%, 1%, 2% e 4% de inulina, respectivamente.

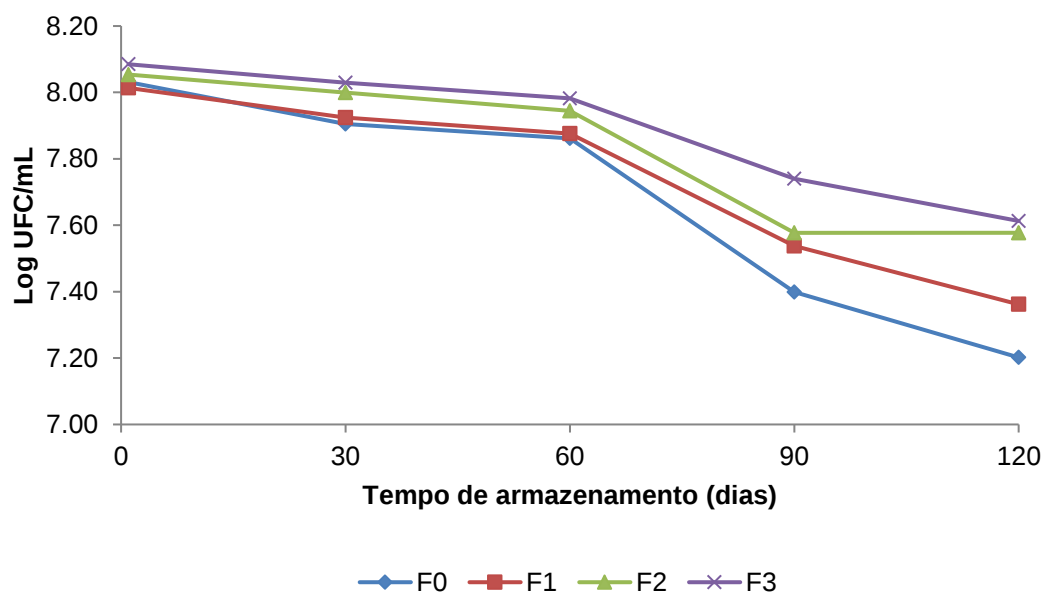


Gráfico 6 – Contagem de microrganismos *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* durante o armazenamento de *frozen yogurts* à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.

FONTE: Autoria própria, 2019.

F0; F1; F2; F3 – Formulações com 0%, 1%, 2% e 4% de inulina, respectivamente.

A redução na contagem de bactérias ácido lácticas, resultante do congelamento, deve-se à lesão, com eventual morte celular, ocasionada pelo congelamento das mesmas. No entanto, durante a produção de sorvetes, outros fatores, como tensões mecânicas do processo de mistura e congelamento, condensação de soluto, acidez, formação de cristais de gelo e também toxicidade ao oxigênio, relacionada ao *overrun*, podem resultar em uma diminuição adicional na contagem das culturas bacterianas (AKIN; AKIN; KIRMACI, 2007; HOMAYOUNI *et al.*, 2008; MOHAMMADI *et al.*, 2011).

Em contrapartida, Holcomb; Franck (1991), a manutenção da viabilidade celular pode relacionar-se à composição de sorvetes de base láctea, que normalmente contêm caseína, sacarose e lactose, ingredientes que conferem propriedades crioprotetoras ao produto final. Outros estudos apontam que o efeito tamponante, atribuído às proteínas presentes no soro, podem exercer papel protetor sobre bactérias *starters* e probióticas em iogurtes (AKALIN *et al.*, 2007; ALMEIDA; TAMIME; OLIVEIRA, 2009; MARAFON *et al.*, 2011; DABROWSKA *et al.*, 2017). Desta maneira, estes podem ser fatores relacionados à discreta redução na contagem dos microrganismos utilizados no presente estudo.

Os maiores números de bactérias viáveis foi observado no *frozen* suplementado com 4% de inulina. Porém, a adição deste prebiótico não promoveu efeito sobre as populações de *S. salivarius ssp. thermophilus* e *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* nas formulações analisadas. Akin; Akin; Kirmaci (2007) reportaram resultados similares, em seus estudos sobre os efeitos dos níveis de inulina e açúcares na viabilidade de sorvetes com culturas *starters* e probióticas. No entanto, Palframan; Gibson; Rastall (2003), Akalin; Erisir (2008) e Rezaei e colaboradores (2014) observaram um possível efeito prebiótico da inulina sobre estirpes probióticas, levando a um declínio menos acentuado da contagem de células viáveis em seus produtos.

Até o final do período de estocagem, a viabilidade de *S. salivarius ssp. thermophilus* e *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* permaneceu superior a 9,3 log UFC/mL e 7,2 log UFC/mL, respectivamente, nas diferentes formulações de *frozen yogurts* (Gráficos 5 e 6). Ademais, verificou-se taxa de sobrevivência de 99,5%; 99,4%; 99,4%; 99,6% para *S. salivarius ssp. thermophilus* e 89,7%; 91,9%; 94,2%; 94,2%, *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*, para as formulações F0 a F3, nesta ordem. Contudo, observou-se um declínio mais proeminente a partir do sexagésimo dia de

estocagem, especialmente na contagem de *L. delbrueckii ssp. bulgaricus*. No estudo com *frozen yogurts* comerciais, Lopez; Medina; Jordano (1998) constataram tendência similar, afirmando ainda que o gênero *Streptococcus* é mais resistente ao congelamento, em comparação, aos *Lactobacillus*, mesmo num tempo de armazenamento superior a quatro meses. Com isto, infere-se que tal decréscimo tenha influenciado os valores de pH e acidez das amostras após os 60 dias de estocagem (Gráficos 3 e 4). Pois, existe uma relação simbiótica entre esses dois microrganismos, na qual cada um deles estimula a multiplicação do outro, levando a produção de ácidos e diversos compostos voláteis que conferem ao produto características peculiares (VAN DE WATER, 2003; HOLS *et al.*, 2005).

6.6 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

A Resolução RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001 estabelece limites máximos de 5×10^1 NMP.g⁻¹ para coliformes a 45 °C, 5×10^2 NMP.g⁻¹ para estafilococos coagulase positiva e ausência de *Salmonella ssp.* em 25g para gelados comestíveis e produtos especiais gelados a base de leite e produtos lácteos (sorvetes e picolés com ou sem cobertura, sanduíche e bolo de sorvete) e similares (BRASIL, 2001). Assim, constatou-se que todos os tratamentos estavam em conformidade à legislação vigente quanto aos grupos de microrganismos estudados.

6.7 ANÁLISE SENSORIAL

Para análise sensorial participaram 106 voluntários, sendo este grupo composto por 81,13% (86) de mulheres e 18,87%(20) de homens. A média de idade foi de 23 anos, variando de 18 a 60 anos.

Segundo a ISO 11136:2013, os testes de aceitabilidade aplicam-se para medir a intensidade do prazer no consumo ou o grau de gostar de um produto através de testes de escala (DUTCOSKY, 2013). Os escores médios do teste de aceitação em relação ao aroma, aparência, sabor, textura e impressão global de *frozen yogurts* à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6 – Escores médios do teste de aceitabilidade em relação aos atributos avaliados nas formulações de *frozen yogurts* elaboradas com soro de leite suplementadas com diferentes concentrações de inulina.

Formulações	Atributos				
	Aroma	Aparência	Sabor	Textura	Impressão global
F0	6,61±1,6 ^a	6,42±1,7 ^b	7,02±1,6 ^b	5,76±1,9 ^b	6,69±1,5 ^b
F1	6,57±1,5 ^a	6,63±1,6 ^{bc}	7,08±1,5 ^b	6,36±1,8 ^{bc}	6,86±1,4 ^{bc}
F2	6,58±1,5 ^a	7,11±1,5 ^{ac}	7,35±1,4 ^{bc}	6,93±1,9 ^{ac}	7,26±1,4 ^{ac}
F3	6,96±1,4 ^a	7,44±1,3 ^a	7,78±1,3 ^{ac}	7,32±1,8 ^a	7,70±1,2 ^a

FONTE: Autoria própria, 2019.

F0; F1; F2; F3 – Formulações com 0%, 1%, 2% e 4% de inulina, respectivamente. Resultados apresentados como média ± desvio padrão (n = 106). Na mesma coluna, médias seguidas por letras distintas diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

De forma geral, a formulação F3 obteve os maiores escores médios frente aos atributos avaliados, enquanto os itens do *frozen* controle (F0) receberam as menores médias. As notas atribuídas pelos provadores demonstram que as formulações de *frozen yogurts* obtiveram uma boa aceitação, pois receberam notas acima de 6 (correspondente a “Gostei ligeiramente”) para todos os atributos, exceção ao item textura da formulação F0.

O aroma das amostras não apresentou diferenças significantes em relação ao *frozen* controle ($p > 0,05$), sendo seus escores médios os menores entre os tributos avaliados. Observou-se comportamento similar ao observado por Danesh; Goudarzi; Jooyandeh (2017), ao analisarem o efeito de isolado protéico de soro de leite e da enzima transglutaminase sobre as características físico-química e sensoriais de sorvetes com redução de gordura.

Em relação ao parâmetro de aparência, verifica-se que as formulações com 2% e 4% de inulina foram estatisticamente diferentes das amostras controle ($p < 0,05$). Resultados dissonantes ao presente estudo foram apontados por Akbari et al. (2016), quando avaliaram os efeitos de diferentes concentrações de inulina (0%; 2%; 3%; 4%) em sorvetes com teor reduzido de gordura.

No que diz respeito ao atributo sabor, os resultados entre 7,02 e 7,78 revelaram as maiores pontuações médias para os itens avaliados neste estudo. Os dados demonstraram que a formulação F3 diferiu significativamente em relação às formulações F0 e F1 ($p < 0,05$), permitindo também inferir que o *frozen* F3, com

menor percentual de soro de leite, foi superior aos demais neste quesito. Ao avaliarem os efeitos da incorporação de concentrado protéico de soro de leite sobre as propriedades físico-químicas, reológicas e sensoriais de sorvetes, El-Zeini *et al.* (2016) indicaram que o aumento na proporção de concentrado protéico diminuiu a pontuação do sabor. Estes autores relataram ainda que a incorporação de até 3% de concentrado protéico nas formulações resultou em sabor atraente à degustação, enquanto que, acima deste percentual os provadores detectaram um leve sabor desagradável.

Além disso, os resultados sugerem relação entre maior concentração de inulina (Tabela 3) e percepção de sabor das amostras (Tabela 6). Similaridade a este perfil foi verificado por Akbari *et al.* (2016), onde houve preferência significativa entre os sorvetes com maiores teores de inulina em sua composição ($p < 0,05$). Contudo, Dalla Corte (2008) e Alves *et al.* (2009) não constatarem em seus estudos diferenças estatisticamente relevantes quanto a adição de inulina e este atributo sensorial.

A percepção geral da textura de sorvetes é detectada pela resistência destes às forças mecânicas transmitidas pela língua, palato superior e dentes. Assim, os estímulos gerados podem ser mensurados por meio de diversas sensações gustativas, como arenosidade, cremosidade, maciez e corpo, sendo parte relevante a aceitação sensorial (INOUE; SHIOTA; ITO, 1998; YILSAY; YILMAZ; BAYIZIT, 2006).

Quanto ao item textura, verificou-se que as formulações F3 e F2 apresentaram as maiores pontuações médias entre as formulações elaboradas, sendo significativamente distintas em relação ao *frozen* controle ($p < 0,05$) (Tabela 6). Em seus achados, El-Zeini *et al.* (2016) verificaram que o aumento dos percentuais de concentrado protéico de soro de leite diminuíram significativamente os escores obtidos para a aceitação global da textura dos sorvetes em comparação ao controle ($p < 0,05$). No entanto, Lim *et al.* (2008) e Danesh; Goudarzi; Jooyandeh (2017) constaram melhoria na percepção da textura nos sorvetes, ao adicionarem em suas formulações concentrado protéico de soro tratado com Alta Pressão Hidrostática e isolado protéico de soro com transglutaminase, respectivamente. Desta maneira, supõe-se que fatores, como diferentes níveis de substituição, natureza das proteínas, além de diferentes processamentos aplicados ao soro de leite podem

influenciar a percepção global da textura de gelados comestíveis, especialmente em sorvetes.

O emprego da inulina pode influenciar positivamente as características de textura como cremosidade, maciez, além do sabor (KIP; MEYER; JELLENA, 2006; GUGGISBERG *et al.*, 2009). Entretanto, este prebiótico exerce efeitos relevantes sobre tal atributo ao ser adicionado em concentrações superiores a 5% em produtos lácteos (GONZÁLEZ-TÓMAS; BAYARRI; COSTELL, 2009). Esta condição pode justificar os resultados limítrofes alcançados neste parâmetro (Tabela 6), uma vez que a adição máxima de inulina foi de 4%. Outros estudos, ao analisarem os efeitos da inulina sobre o perfil sensorial de sorvetes e *frozen yogurts* não observaram diferenças significantes quanto à textura em suas formulações ($p>0,05$) (AKIN; AKIN; KIRMACI, 2007; ISIK *et al.*, 2011; PANDIYAN *et al.*, 2012; AKBARI *et al.*, 2016).

Os escores médios da aceitação global dos *frozen yogurts* variaram entre 6,69 e 7,70, seguindo tendência similar à textura das amostras. Isto é, as formulações F3 e F2 foram significativamente superiores ao *frozen* controle ($p<0,05$) (Tabela 6).

Resultados análogos foram reportados por Rezaei *et al.* (2014) ao atestarem que a adição de 2% de inulina promoveu melhoria expressiva na aceitação global de *frozen yogurts*. Contrariamente, Pandiyan *et al.* (2014) observaram que os tratamentos com concentrado protéico de soro de leite e/ou inulina obtiveram escores médios menores aos computados para as amostras controle, no tocante à aceitação global.

Em um estudo realizado por Tiwari *et al.* (2015) foi investigado a ação de diferentes percentuais de inulina frente às qualidades de sorvetes com baixo teor de gordura. Assim, os resultados da avaliação sensorial mostraram que os julgadores não detectaram variações significantes da aceitação global entre o grupo controle e as amostras contendo 2% e 4% de inulina ($p>0,05$).

O Gráfico 7 apresenta os dados do teste de intenção de compra dos *frozen* elaborados com soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.

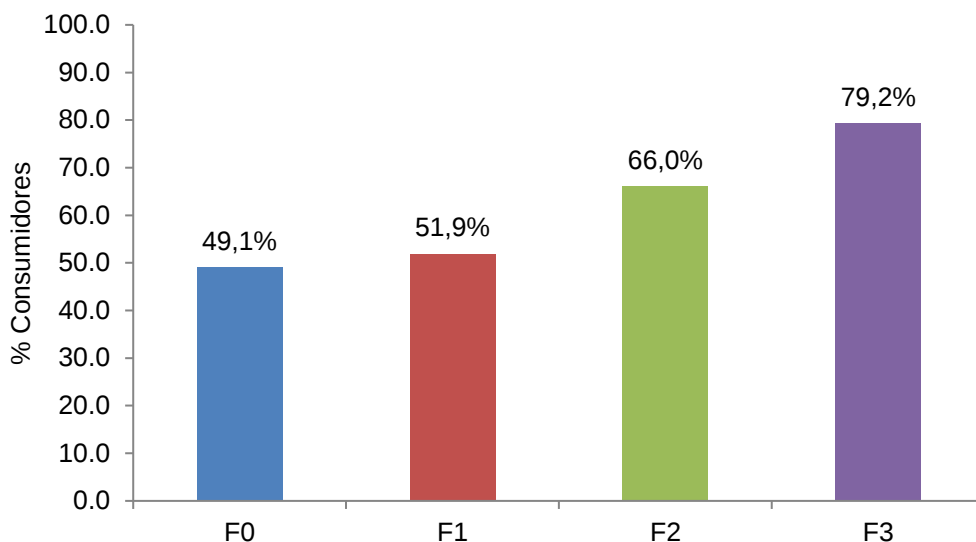


Gráfico 7 – Intenção de compra das formulações de *frozen yogurts* à base de soro de leite suplementados com diferentes concentrações de inulina.

Os resultados obtidos indicam que mais de 50% dos consumidores (% corresponde às notas de possivelmente compraria e certamente compraria) confirmaram sua intenção de compra para as formulações desenvolvidas, com exceção do *frozen* controle. Com isso, o presente estudo sinaliza a possibilidade de um mercado em potencial para *frozen yogurts* elaborados a partir de soro de leite e inulina.

A aceitabilidade do atributo sabor dos produtos exerce relevante influência quanto à intenção de compra deste, pois o consumidor dá preferência de compra ao produto que apresenta um sabor mais agradável (SABATINI *et al.*, 2011). Esta afirmação é consonante aos dados alcançados nesta pesquisa, onde a formulação F3 obteve o maior escore médio no item sabor (Tabela 6) e maior percentual no teste de intenção de compra (Gráfico 7).

Na pesquisa conduzida por Alves *et al.* (2009), constatou-se que 61% dos voluntários declararam que comprariam o *frozen yogurt* de leite de cabra com adição de inulina. Os demais provadores (39%) alegaram o sabor pronunciado do leite de cabra como fator negativo para a possível não aquisição do produto.

Os sorvetes elaborados por Freire (2012), contendo retentado de soro de leite como substituto parcial de sólidos não gordurosos de leite, obtiveram notas entre “certamente compraria” e “tenho dúvidas se compraria”. Além disso, a formulação com 0,2% de emulsificante/estabilizante apresentou nota 4,45 (escala de 5) no que se refere à intenção de compra, sendo o sorvete melhor avaliado na análise sensorial.

Gregório e seus colaboradores (2016) analisaram sensorialmente versões tradicional (com açúcar) e *diet* de *mousses* elaboradas com soro de leite. Ao contabilizarem os dados, verificaram que 54% dos julgadores declararam a intenção de compra da versão tradicional, enquanto 56% referiram interesse de compra da *mousse diet*, apresentando ambos potencial mercadológico satisfatório.

Por conseguinte, nota-se que a utilização do soro de leite e/ou a adição de ingredientes prebióticos, como inulina, podem conferir benefícios tecnológicos e nutricionais aos gelados comestíveis. Sem, no entanto, interferir negativamente na aceitação dos consumidores em relação a estes produtos.

7 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo permitiram concluir que o consórcio entre soro de leite ácido pasteurizado, advindo da produção de queijo tipo coalho e inulina conferiram melhorias expressivas em algumas propriedades físico-químicas, de estabilidade e sensoriais nos *frozen yogurts* elaborados. As formulações F2 (2% de inulina) e F3 (4% de inulina) obtiveram os maiores valores para *overrun*, resistência ao derretimento e aceitação sensorial. Contudo, não houve variação significativa da dureza instrumental e da sobrevivência das cepas *starters* das formulações desenvolvidas. Diante disso, o *frozen yogurt* à base de soro de leite pasteurizado suplementado com 4% de inulina (F3) seria a formulação selecionada para um sorvete com melhor valor nutricional, sensorial e estabilidade ao longo do período de armazenamento.

Por conseguinte, faz-se imprescindível a realização de novas pesquisas, no tocante a promoção de transferência tecnológica ao produto final, redução do descarte inadequado do soro de leite pelas indústrias de laticínios. Além de, proporcionar maior confiabilidade e aceitação por partes dos consumidores.

REFERÊNCIAS

ABDELAZEZ, A.; MUHAMMAD, Z.; ZHANG, Q.-X.; ZHU, Z.-T.; ABDELMOTAAL, H.; SAMI, R.; MENG, X.-C. Production of a Functional Frozen Yogurt Fortified with *Bifidobacterium* spp. **BioMed Research International**, v.2017, p.1–10, 2017.

ABIS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS E DO SETOR SORVETES. Estatística: **Produção e Consumo de Sorvetes no Brasil**. 2018. Disponível em: <http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html>. Acesso: 12 Jul 2018.

ABU-SERIE, M. M.; EL-FAKHARANY, E. M. Efficiency of novel nanocombinations of bovine milk proteins (lactoperoxidase and lactoferrin) for combating different human cancer cell lines. **Scientific Reports**, v.7, 2017. Article ID 16769.

ADAMS, R. L.; BROUGHTON, K. S. Insulinotropic Effects of Whey: Mechanisms of Action, Recent Clinical Trials, and Clinical Applications. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v.69, n.1, p.56–63, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001**. A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm. Acesso: 22 Set 2018.

AIME, D. B.; ARNTFIELD, S. D.; MALCOLMSON, L. J.; RYLAND, D. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. **Food Research International**, v.34, p.237–246, 2001.

AKALIN, A. S.; ERISIR, D. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. **Journal of Food Science**, Chicago, v.73, n.4, p.184–188, 2008.

AKALIN, A. S.; GÖNÇ, S.; ÜNAL, G.; FENDERYA, S. Effects of fructooligosaccharide and whey protein concentrate on the viability of starter culture

in reduced-fat probiotic yogurt during storage. **Journal of Food Science**, v.72, n.7, p.222–227, 2007.

AKALIN, A. S.; KARAGÖZLÜ, C.; ÜNAL, G. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. **European Food Research and Technology**, v.227, p.889–895, 2008.

AKBARI, M.; ESKANDARI, M. H.; NIAKOSARI, M.; BEDELTAVANA, A. The effect of inulin on the physicochemical properties and sensory attributes of low-fat ice cream. **International Dairy Journal**, v.57, p.52–55, 2016.

AKIN, M.; AKIN, M.; KIRMACI, Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. **Food Chemistry**, v.104, p.93–99, 2007.

ALMEIDA, K. E.; TAMIME, A. Y.; OLIVEIRA, M. N. Influence of total solids contents of milk whey on the acidifying profile and viability of various lactic acid bacteria. **LWT - Food Science and Technology**, v.42, n.2, p. 672–678, 2009.

ALVES, L. L.; RICHARDS, N. S. P.; BECKER, L. V.; ANDRADE, D. F.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; SCIPIONI, G. C. Aceitação sensorial e caracterização de *frozen yogurt* de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2509–2600, 2009.

AMORIN, M.; PEREIRA, J. O.; SILVA, L. B.; ORMENESE, R. C. S. C.; PACHECO, M. T. B.; PINTADO, M. Use of whey peptide fraction in coated cashew nut as functional ingredient and salt replacer. **LWT–Food Science and Technology**, v.92, p.204–211, 2018.

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Viability of probiotic micro-organisms during storage, post acidification and sensory analysis of fat-free yogurts with added whey protein concentrate. **International Journal of Dairy Technology**, v.58, n.3, p.169–173, 2005.

APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 1st ed. Washington, DC, 2001. 676p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis.**, v. 2, 17th ed. Washington: AOAC, 2002.

AYUB, M. A. **Frozen Yogurt**. 2010. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus/>>. Acesso: 25 Jun 2018.

BACENETTI, J.; BAVA, L.; SCHIEVANO, A.; ZUCALI, .M. Whey protein concentrate (WPC) production: Environmental impact assessment. **Journal of Food Engineering**, .v.224, p.139–147, 2018.

BAIS, B.; GORACHIYA, P. R.; TAK, L.; SINGH, S.; DEVI, D. Efficient Way to Use Whey as Ready to Serve (RTS) Beverage. **Biomedical Journal of Scientific & Technical Research**, v.1, n.5, p.1–2, 2017.

BALDISSERA, A. C.; DELLA BETTA, F.; PENNA, A. L. B.; LINDNER, J. D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1497-1512, 2011.
Disponível em:
<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/5094/9041>>.
Acesso: 13 Jun 2018.

BAŞYIĞIT, G.; KULEAŞAN, H.; KARAHAN, A. G. Viability of human-derived probiotic lactobacilli in ice cream produced with sucrose and aspartame. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, v.33, n.9, p.796–800, 2006.

BAYARRI, S.; GONZÁLEZ-TÓMAS, L.; HERNANDO, I.; LLUCH, M. A.; COSTELL, E. Textura perceived on inulin-enriched low-fat semisolid dairy desserts. Rheological and structural basis. **Journal of Texture Studies**, v.42, p.174–184, 2011.

BENJAMINS, J.; VINGERHOEDS, M. H.; ZOET, F. D.; HOOG, E. H. A.; VAN AKEN, G.A. Partial coalescence as a tool to control sensory perception of emulsions. **Food Hydrocolloids**, v.23, n.1, p.102–115, 2009.

BERBER, M.; GONZÁLEZ-QUIJANO, G. K.; ALVAREZ, V. B. Whey Protein BConcentrate as a Substitute for Non-fat Dry Milk in Yogurt. **Journal of Food Processing and Technology**, v.6, n.12, 2015.

BRANDELLI, A.; DAROIT, D. J.; CORRÊA, A. P. F. Whey as a source of peptides with remarkable biological activities. **Food Research International**, v.73, p.149–161, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2013). **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023**. Brasília: MAPA/ACS.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Consulta Pública para **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite**. 2014. Disponível em: <<http://www.terraaviva.com.br/clique/minuta.html>>. Acesso em: 18 mar 2018.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. (2014). **Plano Mais Pecuária**. Brasília: MAPA/ACS.

_____. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Balança comercial**. Aliceweb, Brasília, DF, 2018. Disponível em: < <http://alicesweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 27 jan. 2019.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. **Consulta Pública nº. 28, de 01 de junho de 2000**. Disponível em: [http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP\[3217-1-0\].PDF](http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP[3217-1-0].PDF). Acesso: 18 Jun 2018.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Aprova regulamento técnico referente a rotulagem nutricional de alimentos embalados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 26 dez. 2003. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/41_98.htm>. Acesso: 05 Set 2018.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 266 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis e, preparados para gelados comestíveis, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. **Diário Oficial**

da União, 23 set. 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis>>. Acesso: 13 Jun 2018.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde**. 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>>. Acesso: 25 Jun 2018.

_____. Ministério da Saúde. Portaria n. 379, de 26 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 abr. 1999. Disponível em: <<http://www.anvisa.org.br>>. Acesso: 14 Jun 2018.

BRASIL FOOD TRENDS 2020. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010.

BURITI, F. C. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat of inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of symbiotic guava mousses. **Food Chemistry**, v.123, p.1190–1197, 2010.

CALDEIRA, L. A.; FERRÃO, S. P. B.; FERNANDES, S. A de A.; MAGNAVITA, A. P. A.; SANTOS, T. D. R. Desenvolvimento de bebida láctea sabor morango utilizando diferentes níveis de iogurte e soro lácteo obtidos com leite de búfala. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2193–2198, 2010.

CARVALHO, F.; PRAZERES, A. R.; RIVAS, J. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. **Science of the Total Environment**, v.445–446, p.385–396, 2013.

CASTRO, R. J. S. de; DOMINGUES, M. A. F.; OHARA, A.; OKURO, P. K.; SANTOS, J. G. dos; BREXÓ, R. P.; SATO, H. H. Whey protein as a key component in food systems: Physicochemical properties, production technologies and applications. **Food Structure**, v.14, p.17–29, 2017.

CASTRO, W. F.; CRUZ, A. G.; RODRIGUES, D.; GHISELLI, G.; OLIVEIRA, C. A. F.; FARIA, J. A. F.; GODOY, H. T. Effects of different whey concentrations on physicochemical characteristics and viable counts of starter bacteria in dairy beverage supplemented with probiotics. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.96–100, 2013.

CAVENDER, G. A.; KERR, W. L. Microfluidization of full-fat ice cream mixes: effects of gum stabilizer choice on physical and sensory changes. **Journal of Food Process Engineering**, v.36, n.1, p.29–35, 2013.

CHENG, S-H.; TSENG, Y-M.; WU, S-H.; TSAI, S-M.; TSAI, L-Y. Whey Protein Concentrate Renders MDA-MB-231 Cells Sensitive to Rapamycin by Altering Cellular Redox State and Activating GSK3 β /mTOR Signaling. **Scientific Reports**, v.7, n.1, 2017. Article number: 15976.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2004. p. 177-179. (RSC Paperbacks).

CODEx ALIMENTARIUS. Codex Stand 243-2003. Codex Standart for fermented milk. **Codex Alimentarius Comission**. Milk and milk products, 2 ed., 2011.

CORREIA, R. T. P.; MAGALHÃES, M. M. A.; PEDRINI, M. R. S.; CRUZ, A. V. F.; CLEMENTINO, I. Sorvetes elaborados com leite caprino e bovino: composição química e propriedades de derretimento. **Revista Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v.39, n.2, p.251–256, 2008.

CORROCHANO, A. R.; BUCKIN, V.; KELLY, P. M.; GIBLIN, L. Whey proteins as antioxidants and promoters of cellular antioxidant pathways. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.6, p.4747–4761, 2018.

COSTA, M. G. M. **Desenvolvimento de sorvete simbiótico de açaí (Enterpe oleracea) com *Lactobacillus rhamnosus* GG e resistência do probiótico em um modelo de digestão gastrointestinal *in vivo***. 2014. 183p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

CSUTAK, E. Effect of various prebiotics on LA-5 and BB-12 probiotic bacteria multiplication, and on probiotic yoghurt production. **Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria**, v.3, p.35–52, 2010.

DABROWSKA, A.; BABIJ, K.; SZOLTYSIK, M.; CHRZANOWSKA, J. Viability and growth promotion of starter and probiotic bacteria in yogurt supplemented with whey protein hydrolysate during refrigerated storage. **Postepy Higieny I Medycyny Doswiadczalnej**, v.71, n.0, p.952–959, 2017.

DALLA CORTE, F. F. **Desenvolvimento de frozen yogurt com propriedades funcionais**. 2008. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

DANESH, E.; GOUDARZI, M.; JOOYANDEH, H. Short communication: Effect of whey protein addition and transglutaminase treatment on the physical and sensory properties of reduced-fat ice cream. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.7, p.5206–5211, 2017.

DAVE, R. I.; SHAH, N. P. Evaluation of media for selective enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacteria*. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1529–1536, 1996.

DE VOS, P.; FAAS, M. M.; SPASOJEVIC, M.; SIKKEMA, J. Encapsulation for preservation of functionality and targeted delivery of bioactive food components. **International Dairy Journal**, v.20, p.292–302, 2010.

DEVRIES, M. C.; PHILLIPS, S. M. Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. **Journal of Food Science**, v.80, n.1, p.8–15, 2015.

DI CRISCIO, T.; FRATIANNI, A.; MIGNOGNA, R.; CINQUANTA, R.; COPPOLA, R.; SORRENTINO, E.; PANFILI, G. Production of functional probiotic, prebiotic and synbiotic ice creams. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.4555–4564, 2010.

DIJK, F. J.; VAN DIJK, M.; WALRAND, S.; VAN LOON, L. J. C.; VAN NORREN, K.; LUIKING, Y. C. Differential effects of leucine and leucine-enriched whey protein on skeletal muscle protein synthesis in aged mice. **Clinical Nutrition ESPEN**, v.24, p.127–133, 2018.

DOMAGALA, J.; SADY, M.; GREGA, T.; BONCZAR, G. Rheological Properties and texture of yoghurts when oat – Maltodextrin is used as a fat substitute. **Interntional Journal of Food Properties**, v.9, p.1–11, 2005.

DOUGLAS, T. E. L.; VANDROVCOVÁ, M.; KROCILOVA, N.; KEPPLER, J. K.; ZÁRUBOVÁ, J.; SKIRTACH, A. G.; BACÁKOVÁ, L. Application of whey protein isolate in bone regeneration: Effects on growth and osteogenic differentiation of bone-forming cells. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.1, p.28–36, 2018.

DRABIŃSKA, N.; ROSSEL, C. M.; KRUPA-KOZAK, U. Inulin-type fructans application in gluten free products: Functionality and health benefits. **Bioactive Molecules in Food**, p.1–40, 2017.

DRAGONE, G.; MUSSATTO, S. I.; OLIVEIRA, J. M.; TEIXEIRA, J. A.. Characterization of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. **Food Chemistry**, v.112, p.929–935, 2009. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814608008108>>. Acesso: 10 Jun 2018. doi:10.1016/j.foodchem.2008.07.005.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4ª edição. Curitiba: Editora Champagnat, 2013. 531 p.

EL-DESOUKY, W.; MAHMOUD, A. H.; ABBAS, M. M. Antioxidant potential and hypolipidemic effect of whey protein against gamma irradiation induced damages in rats. **Applied Radiation and Isotopes**, v.129, p.103–107, 2017.

EL-NAGAR, G.; CLOWES, G.; TODORYČÁ, C. M.; KURI, V.; BRENNAN, C. S. Rheological quality and stability of yog-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology**, v.55, n.2, p.89–93, 2002.

EL-ZEINI, H. M.; MONEIR, EL-A. M.; MOSTAFA, A. Z.; YASSER, EL-G. F. H. Effect of Incorporating Whey Protein Concentrate on Chemical, Rheological and Textural Properties of Ice Cream. **Journal of Food Processing & Technology**, v.7, n.2, p.1–7, 2016.

ESSICK, E. E.; SAM, F. Oxidative stress and autophagy in cardiac disease, neurological disorders, aging and cancer. **Oxidative Medicine Cellular Longevity**, v.3, p.168–177, 2010.

FÁVARO-TRINDADE, C. S.; CARVALHO BALIEIRO, J. C.; DIAS, P. F.; SANINO, F. A.; BOSCHINI, C. Effects of culture, pH and fat concentration on melting rate and sensory characteristics of probiotic fermented yellow mombin (*Spondias mombin* L) ice creams. **Food Science and Technology International**, v.13, n.4, p.285–291, 2007.

FEITOSA, G. A. **Aplicação do soro de leite na fabricação de sorvete**. 2012. Disponível em: <<http://www.finamac.com.br/br/noticias/2012/02/175/aplicao-do-soro-de-leite-na-fabricao-de-sorvete>>. Acesso: 14 Jun 2018.

FEKETE, A. A.; GIROMINI, C.; CHATZIDIAKOU, Y.; GIVENS, D. I.; LOVEGROVE, J. A. Whey protein lowers blood pressure and improves endothelial function and lipid biomarkers in adults with prehypertension and mild hypertension: results from the chronic Whey2Go randomized controlled trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.104, p.1534–44, 2016.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, v.87, n.2, p.287–291, 2002.

FREIRE, D. O. **Sorvete elaborado com retentado de soro doce proveniente da nanofiltração**. 2012. 185f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

GANI, A.; BROADWAY, A. A.; AHMAD, M.; ASHWAR, B. A.; WANI, A. A.; WANI, S. M.; MASOODI, F. A.; KHATKAR, B. S. Effect of whey and casein protein hydrolysates on rheological, textural and sensory properties of cookies. **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n.9, p.5718–5726, 2015.

GAO, J.; BRENNAN, M. A.; MASON, S. L.; BRENNAN, C. S. Effect of sugar replacement with stevianna and inulin on the texture and predictive glycaemic response of muffins. **International Journal of Food Science and Technology**, v.51, p.1979–1987, 2016.

GAUDEL, C.; NONGONIERMA, A. B.; MAHER, S.; FLYNN, S.; KRAUSE, M.; MURRAY, B. A.; KELLY, P. M.; BAIRD, A. W.; FITZGERALD, R. J. A whey protein hydrolysate promotes insulinotropic activity in a clonal pancreatic β -cell line and

enhances glycemic function in ob/ob mice. **Journal of Nutrition**, v.143, p.1109–1114, 2011.

GIRI, A.; KANAWJIA, S. K.; RAJORIA, A. Effect of phytosterols on textural and melting characteristics of cheese spread. **Food Chemistry**, Washington, v.157, n.15, p.240–245, 2014.

GOFF, H. D. Ice cream and frozen desserts: product types. In: **Encyclopedia of dairy sciences**, 2º ed. Academic Press, London, U K, v.2, p.893-912 , 2011.

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Ice Cream**. 7. ed., New York, Springer, 462p, 2013.

GONZÁLEZ-HERRERA, S. M.; RODRIGUEZ HERRERA, R.; LÓPEZ, M. G.; RUTIAGA, O. M.; AGUILAR, C. N.; ESQUIVEL LUZ, J. C. C.; MARTÍNEZ, A. O. Inulin in food products: prebiotic and functional ingredient. **British Food Journal**, v.117, n.1, p.371–387, 2015.

GONZÁLEZ-TÓMAS, L.; BAYARRI, S.; COSTELL, E. Inulin-enriched dairy disserts: physicochemical and sensory aspects. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.9, p.4188–4199, 2009.

GRANGER, C.; LEGER, A.; BAREY, P.; LANGENDORFF, V.; CANSELL, M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**, v.15, p.255–262, 2005.

GREGÓRIO, E. L.; AMARAL, D. A.; MATOS, B. S. M.; CHAVES, F. L. S.; SILVA, J. G. Avaliação sensorial de *mousses* sustentáveis elaborados a partir de soro do leite em versões tradicional e *diet*. **HU Revista**, Juiz de Fora, v.42, n.2, p.143–148, jul./ago. 2016.

GUGGISBERG, D.; CUTHBERT-STEVEN, J.; PICCINALI, P.; BUTIKOFER, U.; EBERHARD, P. Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. **International Dairy Journal**, v.19, n.2, p.107–115, 2009.

GUIMARÃES, J. T.; SILVA, E. K.; COSTA, A. L. R.; CUNHA, R. L.; FREITAS, M. Q.; MEIRELES, M. A. A.; CRUZ, A. G. Manufacturing a prebiotic whey beverage exploring the influence of degree of inulin polymerization. **Food Hydrocolloid**, v.77, p.787–795, 2018.

GULER-AKIN, M. B.; GONCU, B.; AKIN, M. S. Some properties of probiotic yoghurt ice cream supplemented with carob extract and whey powder. **Advances in Microbiology**, v.6, p.1010–1020, 2016.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU, W. C.; PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, v.19, n.4, p.479–88, 2006.

HERNÁNDEZ, L. B.; RECIO, I.; AMIGO, L. β -lactoglobulin as source of bioactive peptides. **Journal Amino Acids**, v.35, n.2, p.257–265, 2008.

HERNÁNDEZ-LEDESMA, B.; GARICÍA-NEBOT, M. J.; FERNÁNDEZ-TOMÉ, S.; AMIGO, L.; RECIO, I. Dairy protein hydrolysates: Peptides for health benefits. **International Dairy Journal**, v.38, p.82–100, 2014.

HOLCOMB, J. E.; FRANK, J. F. Viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* in soft-serve frozen yogurt. **Cultured Dairy Products Journal**, v.26, p.4–5, 1991.

HOLS, P.; HANCY, F.; FONTAINE, L.; GROSSIORD, B.; PROZZI, D.; LEBLOND-BOURGET, N.; DECARIS, B.; BOLOTIN, A.; DELORME, C.; EHRLICH, S. D.; GUÉDON, E.; MONNET, V.; RENAULT, P.; KLEEREBEZEM, M. New insights in the molecular biology and physiology of *Streptococcus thermophilus* revealed by comparative genomics. **FEMS Microbiology. Reviews**, v.29, p.435–463, 2005.

HOMAYOUNI, A.; AZIZI, A.; EHSANI, M. R.; YARMAND, M. S.; RAZAVI, S. H. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of symbiotic of ice cream. **Food Chemistry**, v.111, p.50–55, 2008.

HUFFMAN, L. M.; FERREIRA, L. B. Whey-based ingredients. In: CHANDAN, R. C.; KILARA, A. (Ed.). **Dairy ingredients for food processing**. Hodoken: Wiley-Blackwell, 2011.

INOUE, K.; SHIOTA, K.; ITO, T. Preparation and properties of ice cream type frozen yogurt. **International Journal of Dairy Technology**, v.51, n.2, p.44-50, 1998.

Disponível em:

<<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/119136574/PDFSTART>>. Acesso: 25 Jan 2019.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Yogurt: enumeration of characteristic microorganisms**. Bruxelas, Bélgica. IDF/ISO Standard, 1997. 5p.

ISIK, U.; BOYACIOGLU, D.; CAPANOGLU, E.; NILUFER ERDIL, D. Frozen yogurt with added inulin and isomalt. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.1647–1656, 2011.

ISHIDA, Y.; CHACRABATI, R.; ONO-OHMACHI, A.; GONG, Z.; IKENOYA, C.; AIZAWA, S.; NARA, T. Y.; MORITA, Y.; KATO, K.; SAKAI, T.; SAKATA, I. Milk basic protein increases ghrelin secretion and bone mineral density in rodents. **Nutrition**, v.39–40, p.15–19, 2017.

JAKUBOWICZ, D.; FROY, O. Biochemical and metabolic mechanisms by which dietary whey protein may combat obesity and type 2 diabetes. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.24, p.1–5, 2013.

JAKUBOWICZ, D.; WAINSTEIN, J.; LANDAU, Z.; AHREN, B.; BARNEA, M.; BAR-DAYAN, Y.; FROZY, O. High-energy breakfast based on whey protein reduces body weight, postprandial glycemia and HbA1C in Type 2 diabetes. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.49, p.1–7, 2017.

JANIASKI, D. R.; PIMENTEL, T. C.; CRUZ, A. G.; PRUDENCIO, S. H. Strawberry-flavored yogurts and whey beverages: What is the sensory profile of the ideal product? **Journal of Dairy Science**, v.99, n.7, p.5273–5283, 2016.

JAYATILAKE, S.; ARAI, K.; KUMADA, N.; ISHIDA, Y.; IWATSUKI, S.; OHWADA, T.; OHNISHI, M.; TOKUJI, Y.; KONOSHITA, M. The Effect of Oral Intake of Low-Temperature-Processed Whey Protein Concentrate on Colitis and Gene Expression Profiles in Mice. **Foods**, v.3, n.2, p.351–368, 2014.

JOHANSEN, S. B.; NAES, T.; OYAAS, J.; HERLETH, M. Acceptance of calorie-reduced yoghurt: Effects of sensory characteristics and product in formation. **Food and Preference**, v.21, p.12–21, 2010.

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

KARIMI, R.; AZIZI, M. H.; GHASEMLOU, M.; VAZIRI, M. Application of inulin in cheese as prebiotic, fat replacer and texturizer: A review. **Carbohydrate Polymers**, v.119, p.85–100, 2015.

KAUR, H.; MINHAS, K. S.; BAJWA, U. Effect of fat replacers and fruit pulp on quality of frozen yoghurt. **Journal of Food Science and Technology**, v.44, p.500–504, 2007.

KING, D. G.; WALKER, M.; CAMPBELL, M. D.; BREEN, L.; STEVENSON, E. J.; WEST, D.J. A small dose of whey protein co-ingested with mixed-macronutrient breakfast and lunch meals improves postprandial glycemia and suppresses appetite in men with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.107, p.550–557, 2018.

KIP, P. D.; MEYER, R.; JELLENA, H. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. **International Dairy Journal**, v.56, p.113–118, 2006.

KRAMER, I. F.; VERDIJK, L. B.; HAMER, H. M.; VERLAAN, S.; LUIKING, Y. C.; KOUW, I. W. K.; SENDEN, J. M.; VAN KRANENBURG, J.; GIJSEN, A. P.; BIERAU, J.; POEZE, M.; VAN LONN, L. J. C. Both basal and post-prandial muscle protein synthesis rates, following the ingestion of a leucine-enriched whey protein supplement, are not impaired in sarcopenic older males. **Clinical Nutrition**, v.36, n.5, p.1440–1449, 2017.

KRÓLCZYK, J. B.; DAWIDZIUK, T.; JANISZEWSKA-TURAK, E.; SOLOWIEJ, B. Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – a Review. **Polish Journal of Food and Nutrition Science**, v.66, n.3, p.157–165, 2016.

KUPRA-KOZAK, U.; DRABIŃSKA, N.; JAROCKA-CYRTA, E. The effect of oligofructose-enriched inulin supplementation on gut microbiota, nutritional status and gastrointestinal symptoms in paediatric coeliac disease patients on a gluten-free diet: study protocol for a pilot randomized controlled trial. **Nutrition Journal**, v.16, n.47, p.1–9, 2017.

KRUPA-KOZAK, U; SWIATECKA, D.; BACZEK, N.; BRZ'OSKA, M. M. Inulin and fructooligosaccharide affect: in vitro calcium uptake and absorption from calcium-enriched gluten-free bread. **Food and Function**, v.7, n.4, p.1950–1958, 2016.

LAJNAF, R.; PICART-PALMADE, L.; CASES, E.; ATTIA, H.; MARCHESSEAU, S.; AYADI, M. A. The foaming properties of camel and bovine whey: the impact of pH and heat treatment. **Food Chemistry**, v.240, p.295–303, 2018.

LATTIMER, J. M.; HAUB, M. D. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. **Nutrients**, Basel, v.2, p.1266–1289, 2010.

LAZIDIS, A.; HANCOCKS, R. D.; SPYROPOULOS, F.; KREUß, M.; BERROCAL, R.; NORTON, I. T. Whey protein fluid gels for the stabilisation of foams. **Food Hydrocolloids**, v.56, p. 209–217, 2016.

LEITE, M. T.; BARROZO, M. A. D. S.; RIBEIRO, E. J. Canonical analysis technique as an approach to determine optimal conditions for lactic acid production by lactobacillus helveticus ATCC 15009. **International Journal of Chemical Engineering**, v.2012, p.1–9, 2012.

LIM, S.-Y.; SWANSON, B. G.; ROSS, C. F.; CLARK, S. High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improved body and texture of low-fat ice cream. **Journal Dairy Science**, v.91, p.1308–1316, 2008.

LIMA, S. G.; HATAGIMA, A.; SILVA, N. L. C. L. Sistema renina-angiotensina: é possível identificar genes de suscetibilidade à hipertensão? **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.89, n.6, p.389–395, 2007.

LOPEZ, M. C.; MEDINA, L. M.; JORDANO, R. Survival of Lactic Acid Bacteria in Commercial Frozen Yogurt. **Journal of Food Science**, v.63, n.4, p.706–708, 1998.

LOURIEAU, L.; LE ROUX, L.; GAUCHERON, F.; LIGNEUL, A.; HAZART, E.; DUPONT, D.; FLOURY, J. Bioaccessibility of four calcium sources in different whey-based dairy matrices assessed by *in vitro* digestion. **Food Chemistry**, v.245, p.454–462, 2018.

MADENCI, A. B.; BILGIÇLI, N. Effect of Whey Protein Concentrate and Buttermilk Powders on Rheological Properties of Dough and Bread Quality. **Journal of Food Quality**, v.37, n.2, p.117–124, 2014.

MADUREIRA, A. R.; TAVARES, T.; GOMES, A. M.; PINTADO, M. E.; MALCATA, F. X. Invited review: physiological properties of bioactive peptides obtained from whey proteins. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.437–455, 2010.

MAGALHÃES, K. T.; DRAGONE, G.; PEREIRA, G. V. de M.; OLIVEIRA, J. M.; DOMINGUES, L.; TEIXEIRA, J. A.; ALMEIDA E SILVA, J.; SCHWAN, R. F. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, v.126, p.249–253, 2011.

MAHOMUD, S.; KATSUNO, K.; NISHIZU, T. Formation of soluble protein complexes and yoghurt properties influenced by the addition of whey protein concentrate. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.44, p.173–180, 2017.

MARAFON, A. P.; SUMI, A.; GRANATO, D.; ALCANTARA, M. R.; TAMIME, A. Y.; OLIVEIRA, M. N. Effects of partially replacing skimmed milk powder with dairy ingredients on rheology, sensory profiling, and microstructure of probiotic stirred-type yogurt during cold storage. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.11, p.5330–5340, 2011.

MARILYM, G. F.; KUNTZ, G. M. R.; FIATES, E. T. Characteristics of prebiotic food products containing inulin". **British Food Journal**, v.115, n.2, p.235–251, 2013.

MARSHALL, R. T.; GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. **Composition and properties**. In ice cream. 6th ed.; Kluwer Academic/Plenum Publishers: New York, 2003, p.11–54.

MENEZES, A. C. S. **Desenvolvimento de bebida láctea fermentada à base de soro de leite e polpa de cajá (*Spondias mombin* L.) com potencial atividade probiótica**. 2011. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

MEZA, B. E.; VERDINI, R. A.; RUBIOLO, A. C. Temperature dependency of linear viscoelastic properties of a commercial low-fat soft cheese after frozen storage. **Journal of Food Engineering**, London, v.109, n.3, p.475–481, 2012.

MEYER, D.; BAYARRI, S.; TÁRREGA, A.; COSTEL, L. Inulin as texture modifier in dairy products. **Food Hydrocolloids**, v.25, p.1881–1890, 2011.

MOHAMMADI, R.; MORTAZAVIAN, A. M.; KHOSROKHAVAR, R.; CRUZ, A. G. Probiotic ice cream: Viability of probiotic bacteria and sensory properties. **A Review. Annals of Microbiology**, v.61, p.411–424, 2011.

MOREIRA, R. W. M.; MADRONA, G. S.; BRANCO, I. G.; BERGAMASCO, R.; PEREIRA, N. C. Avaliação sensorial e reológica de uma bebida achocolatada elaborada a partir de extrato hidrossolúvel de soja e soro de queijo. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v.32, n.4, p. 435–438, 2010.

MORENO-EXPÓSITO, L.; ILLESCAS-MONTES, R.; MELGUIZO-RODRÍGUEZ, L.; RUIZ, C.; RAMOS-TORRECILLAS, J.; LUNA-BERTOS, E. de. Multifunctional capacity and therapeutic potential of lactoferrin. **Life Sciences**, v.195, p.61–64, 2018.

MÜLLER, K.; JESDINSZKI, M.; SCHMID, M. Modification of Functional Properties of Whey Protein Isolate Nanocomposite Films and Coatings with Nanoclays. **Journal of Nanomaterials**, v. 2017, p.1–10, 2017. Article ID 6039192.

MURARI, C. S.; MORAES, D. C.; BUENO, G. F.; DEL BIANCHI, V. L. Avaliação da redução na poluição dos laticínios, a partir da fermentação do soro de leite em etanol pela levedura *Kluyveromyces marxianus* 229. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.68, n.393, p.42–50, 2013.

MUSE, M.; HARTEL, R. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1–10, 2004.

MUZAMMIL, H. S.; HAIDER, S.; RASCO, B.; SABLANI, S. Physicochemical properties of probiotic frozen yogurt with different levels of glycerol and overrun. **International Journal of Development Research**, v.5, n.2, p.3209–3213, 2015.

MUZAMMIL, H. S.; RASCO, B.; SABLANI, S. Effect of inulin and glycerol supplementation on physicochemical properties of probiotic frozen yogurt. **Food & Nutrition Research**, v.61, n.1, p.1–7, 2017.

NAIR, K. K.; KHARB, S; THOMPSON, D. K. Inulin dietary fiber with functional and health attributes—a review inulin dietary fiber with functional and health attributes. **Food Review International**, London, v.26, n.2, p.189–203, 2010.

NG, T. B.; CHEUNG, R. C.; WONG, J. H.; WANG, Y.; IP, D. T.; WANJ, D. C.; XIA, J. Antiviral activities of whey proteins. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.17, p.6997–7008, 2015.

NINESS, K. R. Inulin and oligofructose: what are they? **Journal of Nutrition**, v.129, n.7, p.1402–1406, 1999.

NIITSU, M.; ICHINOSE, D.; HIROOKA, T.; MITSUTOMI, K.; MORIMOTO, Y.; SARUKAWA, J.; NISHIKINO, S.; YAMAUCHI, K.; YAMAZAKI K. Effects of combination of whey protein intake and rehabilitation on muscle strength and daily movements in patients with hip fracture in the early postoperative period. **Clinical Nutrition**, v.35, n.4, p.943–949, 2016.

OCHOA, T. J.; CLEARY, T. G. Effect of lactoferrin on enteric pathogens. **Biochimie**, v.91, n.1, p.30–34, 2009.

OLIVEIRA, V. M. **Formulação de bebida láctea fermentada com diferentes concentrações de soro de queijo, enriquecida com ferro: caracterização físico-química, análises bacteriológicas e sensoriais**. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

PADRÃO, J.; MACHADO, R.; CASAL, M.; LANCEROS-MÉNDEZ, S.; RODRIGUES, L. R.; DOURADO, F.; SENCADAS, V. Antibacterial performance of bovine lactoferrin fish gelatine electrospun membranes. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.81, p.608–614, 2015.

PAL, S.; ELLIS, V. The chronic effects of whey proteins on blood pressure, vascular function, and inflammatory markers in overweight individuals. **British Journal of Nutrition**, v.105, p.1512–1519, 2011.

PALFRAMAN, R.; GIBSON, G. R.; RASTALL, R. A. Development of a quantitative tool for the comparison of the prebiotic effect of dietary oligosaccharides. **Letters in Applied Microbiology**, v.37, p.281–284, 2003.

PAN, D.; CAO, J.; GUO, H.; ZHAO, B. Studies on purification and the molecular mechanism of a novel ACE inhibitory peptide from whey protein hydrolysate. **Food Chemistry**, v.130, n.1, p.121–126, 2012.

PANDIYAN, C.; ANNAL VILLI, R.; KUMARESAN, G.; MURUGAN, B.; RAJARAJAN, G. Effect of incorporation of inulin on the survivability of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic ice cream. **International Food Research Journal**, v.19, n.4, p.1729–1732, 2012.

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

PATEL, S. Emerging trends in nutraceutical applications of whey protein and its derivatives. **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n.11, p.6847–6858, 2015.

PEREIRA, C.; HENRIQUES, M.; GOMES, D.; GOMEZ-ZAVAGLIA, A.; DE ANTONI, G. Novel functional whey-based drinks with great potential in the dairy industry. **Food Technology and Biotechnology**, v.53, p.307–314, 2015.

PÉREZ, S.; MATTA, E.; OSELLA, C.; DE LA TORRE, M.; SÁNCHEZ, H. D. Effect of soy flour and whey protein concentrate on cookie color. **LWT – Food Science and Technology**, v.50, n.1, p.120–125, 2013.

PESCUMA, M.; HÉBERT, E. M.; MOZZI, F.; DE VALDEZ, G. F. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v.141, p.73–81, 2010.

PHELAN, M.; AHERNE, A.; FITZGERALD, R. J.; O'BRIEN, N. M. Casein-derived bioactive peptides: Biological effects, industrial uses, safety aspects and regulatory status. **International Dairy Journal**, v.19, p.643–654, 2009.

PIMENTEL, T. C.; GARCIA, S.; PRUDENCIO, S. H. Aspectos funcionais, de saúde e tecnológicos de frutanos tipo inulina. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.30, n.1, p.103–118, 2012.

PINTO, S. S.; FRITZEN-FREIRE, C. B.; MUÑOZ, I. B.; BARRETO, P. L. M.; PRUDÊNCIO, E. S.; AMBONI, R. D. M. C.. Effects of the addition of microencapsulated Bifidobacterium BB-12 on the properties of frozen yogurt. **Journal of Food Engineering**, v.111, p.563–569, 2012.

PINTOR, A.; ESCALONA-BUENDÍA, H. B.; TOTOSAUS, A. Effect of inulin on melting and textural properties of low-fat and sugar reduced ice cream: optimization via a response surface methodology. **International Food Research Journal**, v.24, n.4, p.1728–1734, 2017.

PRAZERES, A. R.; CARVALHO, F.; RIVAS, J. Cheese whey management: A review. **Journal of Environmental Management**, v.110, p.48–68, 2012.

REZAEI, R.; KHOMEIRI, M.; AALAMI, M.; KASHANINEJAD, M. Effect of inulin on the physicochemical properties, flow behavior and probiotic survival of frozen yogurt. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, n.10, p.2809–2814, 2014.

ROBERFROID, M. B. Introducing inulin-type fructans. **British Journal of Nutrition**, v.93, n.1, p.13–25, 2005a.

_____. **Inulin-type fructans: functional food ingredients**. London: CRC Press, 2005b. 392 p.

_____. Prebiotics: the concept revisited. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.137, n.3, p.830–837, 2007.

ROBERFROID, M.; GIBSON, G. R.; HOYLES, L.; MCCARTNEY, A. L.; RASTALL, R.; ROWLAND, I.; WOLVERS, D.; WATZL, B.; SZAJEWSKA, H.; STAHL, B. Prebiotic effects: metabolic and health benefits. **British Journal of Nutrition**, v.104, p.1-63, 2010.

ROCHA, J. R.; CATANA, R.; FERREIRA, B. S.; CABRAL, J. M. S.; FERNANDES, P. Design and characterisation of na enzyme system for inulin hydrolysis. **Food Chemistry**, Barking, v.95, p.77–82, 2006.

RODRÍGUEZ-GARCÍA, J.; LAGUNA, L.; PUIG, A.; SALVADOR, A.; HERNANDO, I. Effect of Fat Replacement by Inulin on Textural and Structural Properties of Short Dough Biscuits. **Food and Bioprocess Technology**, v.6, p.2739–2750, 2013.

ROHLFES, A. L. B.; BACCAR, N. M.; OLIVEIRA, M. S. R.; MARQUARDT, L. E.; RICHARDS, N. S. P. S. Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v.15, n.2, p.79–83, 2011.

ROSSA, P. N.; BURIN, V. M.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Effect of microbial transglutaminase on functional anf rheological properties ice cream with different fat contents. **LWT–Food Science and Technology**, v.48, p.224–230, 2012.

SABATINI, D. R.; SILVA, K. M. PICININI, M. E.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B.; PEREIRA, C. A. M. Composição centesimal e mineral da alfarroba em pó e sua utilização na elaboração e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.22, n.1, p.129–136, 2011.

SAH, B. N. P.; VASILJEVIC, S.; MCKECHNIE, S.; DONKOR, O. Identification of Anticancer Peptides from Bovine Milk Proteins and Their Potential Roles in Management of Cancer: A Critical Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.14, n.2, p.123–138, 2015.

SCHMID, M.; DALLMANN, K.; BUGNICOURT, E. Properties of whey-protein-coated films and laminates as novel recyclable food packaging materials with excellent barrier properties. **International Journal of Polymer Science**, v. 7, 2012. Article ID 562381.

SEDAGHATI, M.; EZZATPANAH, H.; BOOJAR, M. M.; EBRAHIMI, M. T.; AMINAFSHAR, M. Plasmin-digest of β -lactoglobulin with antibacterial properties. **Food and Agricultural Immunology**, v.26, n.2, p.218–230, 2015.

SEIDEL, A.; PARKER, H.; TURNER, R.; DICKERHOF, F.; KHALILOVA, I. S.; WILBANKS, S. M.; KETTLE, A. J.; JAMESON, G. N. L. Uric acid and thiocyanate as competing substrates of lactoperoxidase. **Journal of Biological Chemistry**, v.289, n.32, p.21937–21949, 2014.

SERPA, L.; PRIAMO, W. L.; REGINATTO, V. Destino ambientalmente correto a rejeitos de queijaria e análise de viabilidade econômica. In: INTERNACIONAL WORKSHOP - Advances in Cleaner Production, 2, 2009, São Paulo, SP. **Resumos...** São Paulo: IWACP, 2009. p.1–10.

SGARBIERI, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. **Revista de Nutrição**, v.17, n.4, p.397–409, 2004.

SHARIATIKIA, M.; BEHBAHANI, M.; MOHABATKAR, H. Anticancer activity of cow, sheep, goat, mare, donkey and camel milks and their caseins and whey proteins and in silico comparison of the caseins. **Molecular Biology Research Communications**, v.6, n.2, p.57–64, 2017.

SHOAIB, M.; SHEHZAD, A.; OMAR, M.; RAKHA, A.; RAZA, H.; SHARIF, H. R.; SHAKEEL, A.; ANSARI, A.; NIAZI, S. Inulin: Properties, health benefits and food applications. **Carbohydrate Polymers**, v.147, p.444–454, 2016.

SILVA, J. V. C.; O'MAHONY, J. A. Microparticulated whey protein addition modulates rheological and microstructural properties of high-protein acid milk gels. **International Dairy Journal**, v.78, p.145–151, 2018.

SILVA, K.; BOLINI, H. M. A. Avaliação sensorial de sorvete formulado com produto de soro ácido de leite bovino. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p.116–122, 2006.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v.143, p.398–404, jan, 2014.

SILVEIRA, M. R.; COUTINHO, N. M.; ROCHA, R. S.; MORAES, J.; ESMERINO, E. A.; PIMENTEL, T. C.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; RANADHEERA, C. S.; BORGES, F. O.; FONTELES, T. V.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; FERNANDES, F. A. N.; RODRIGUES, S.; CRUZ, A. G. Guava flavored whey-beverage processed by cold plasma: Physical characteristics, thermal behavior and microstructure. **Food Research International**, v.119, p.564–570, 2019.

SIMÕES E SILVA, A. C.; FLYNN, J. T. The rennin-angiotensinaldosterone system in 2011: role in hypertension and chronic kidney disease. **Pediatric Nephrology**, v.27, p.1835–1845, 2012.

SIQUEIRA, A. M. O.; MACHADO, E. C. L.; STAMFORD, T. L. M. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.9, p.1693–1700, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013000900025>. Acesso: 14 Jul 2018.

SIQUEIRA, A. M. O.; MACHADO, E. C. L.; CAMPOS, T. S.; SIQUEIRA, L. P.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Características sensoriais e estabilidade de bebida láctea simbiótica com sabor graviola. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos** (Online), v.33, p. 9–30, 2015.

SIROTTI, C. M. **Uso da alfarroba e inulina no desenvolvimento de frozen yogurt com leite de ovelha**. 2016. 42f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) – Unidade Piza, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2016.

SLUKOVA, M.; HINKOVA, A.; HENKE, S.; SMRZ, F.; LUKACÍKOVA, M.; POUR, V.; BUBNÍK, Z. Cheese whey treated by membrane separation as a valuable ingredient for barley sourdough preparation. **Journal of Food Engineering**, v.172, p.38–47, 2016.

SMITH, S. T.; METZGER, L.; DRAKE, M. A. Evaluation of whey, milk, and delactosed permeates as salt substitutes. **Journal of Dairy Science**, v.99, p.8687–8698, 2016.

SOARES, D. S.; FAI, A. E. C.; OLIVEIRA, A. M.; PIRES, E. M. F.; STAMFORD, T. L. M. Aproveitamento de soro de queijo para produção de iogurte probiótico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.996–1002, 2011.

SOARES, J. P.; MARQUES, G. de A.; MAGALHÃES, C. S. de; SANTOS, A. B.; BRILHANTE DE SÃO JOSÉ, J. F.; SILVA, D. A. SILVA, E. M. da. Efeito da adição de proteína do soro do leite como substituto do trigo na formulação de bolos sem adição de açúcar. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, e2016190, p.1–9, 2018.

SOFJAN, R. P.; HARTEL, R. W. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**, v.14, p.255–262, 2004.

SOUKOULIS, C.; LYRONI, E.; TZIA, C. Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. **LWT – Food Science and Technology**, v.43, p.1351–1358, 2010.

SOUSA, G. L. **Desenvolvimento de sorvete simbiótico de graviola (*Annona muricata* L.) com teor reduzido de gordura e avaliação da resistência gastrointestinal dos probióticos *in vitro***. 2013. 138p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

STADTMAN, E. R. Protein oxidation and aging. **Free Radicals Research**, v.40, p.1250–1258, 2006.

STEVENSON, E. J.; ALLERTON, D. M. The role of whey protein in postprandial glycaemic control. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.77, n.1, p.42–51, 2018.

SUGAWARA, K.; TAKAHASHI, H.; KASHIWAGURA, T.; YAMADA, K.; YANAGIDA, S.; HOMMA, M.; DAIRIKI, K.; SASAKI, H.; KAWAGOSHI, A.; SATAKE, M.; SHIOYA, T. Effect of anti-inflammatory supplementation with whey peptide and exercise therapy in patients with COPD. **Respiratory Medicine**, v.106, p.1526-1534, 2012.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. Yoghurt. **Science and Technology**. 3rd Edição, 2007.

TAN, M. C.; CHIN, N. L.; YUSOF, Y. A.; TAIP, F. S.; ABDULLAH, J. Improvement of Eggless Cake Structure Using Ultrasonically Treated Whey Protein. **Food and Bioprocess Technology**, v.8, n.3, p.605–614, 2015.

TIWARI A.; SHARMA, H. K.; KUMAR, N.; KAUR, M. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of low-fat ice cream. **International Journal of Dairy Technology**, v.68, n.3, p.374–380, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/1471-0307.12176>>. Acesso: 14 Jun 2019.

TORRES, I. C.; AMIGO, J. M.; KNUDSEN, J. C.; TOLKACH, A.; MIKKELSEN, B. Ø.; IPSEN, R. Rheology and microstructure of low-fat yoghurt produced with whey protein microparticles as fat replacer. **International Dairy Journal**, v.81, p.62–71, 2018.

TSUCHIYA, A. C.; SILVA, A. G. M.; BRANDT, D.; KALSCHNE, D. L.; DRUNKLER, D. A.; COLLA, E. Lactose-reduced ice cream enriched with whey powder. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.2, p.749–758, 2017.

TURKMEN, N.; AKAL, C.; ÖZER, B. Probiotic dairy-based beverages: A review. **Journal of Functional Foods**, v.53, p.62–75, 2019.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Dairy: world markets and trade**. (2018). Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf> >. Acesso: 27 Jan 2019.

VAN DE WATER, J. Yogurt and immunity: the health benefits of fermented milk products that contain lactic acid bacteria. In: FARNWORTH, E.R., (Ed.). **Handbook of fermented functional foods**. Boca Raton: CRC Press, p.113–144, 2003.

VAN RIEMSDIJK, L. E.; VAN DER GOOT, A. J.; HAMMER, R. J. The use of whey protein particles in gluten-free bread production, the effect of particle stability. **Food Hydrocolloids**, v.25, n.7, p.1744–1750, 2011.

VANDEPUTTE, D.; FALONY, G.; SILVA, S V.; WANG, J.; SAILER, M.; THEIS, S.; VERBEKE, K.; RAES, J. Prebiotic inulin-type fructans induce specific changes in the human gut microbiota. **Gut**, v.0, p.1–7, 2017.

VIDIGAL, M. C .T. R.; MINIM, V. P. R.; RAMOS, A. M.; CERESINO, E. B.; DINIZ, M. D. M. S.; CAMILLOTO, G. P.; MINIM, L. A. Effect of whey protein concentrate on texture of fat-free desserts: sensory and instrumental measurements. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.32, n.2, p.412–418, 2012.

VORAGEN, A. G. J. Technological aspects of functional food-related carbohydrates. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, n.8/9, p.328–335, 1998.

WALSH, H.; ROSS, J.; HENDRICKS, G.; GUO, M. Physico-Chemical Properties, Probiotic Survivability, Microstructure, and Acceptability of a Yogurt-Like Symbiotic Oats-Based Product Using Pre-Polymerized Whey Protein as a Gelation Agent. **Journal of Food Science**, v.75, n.5, p.327–337, 2010.

WITARD, O. C.; JACKMAN, S. R.; BREEN, L.; SMITH, K.; SELBY, A.; TIPTON, K. D. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.99, p.86–95, 2014.

XINYI, E.; PEI, Z. J.; SCHMIDT, K. Ice cream: foam formation and stabilization—a review. **Food Review International**, v.26, p.122–137, 2010.

XU, R. Effect of whey protein on the proliferation and differentiation of osteoblasts. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.7, p.3014–3018, 2009.

YAMUL, D. K.; GALMARINI, M. V.; LUPANO, C. E.; ZAMORA, M. C. Whey protein concentrate gels with different sucrose content: instrumental texture measurements and sensory perception. **International Dairy Journal**, v.28, p.24–31, 2013.

YILSAY, T. Ö.; YILMAZ, L.; BAYIZIT, A. A. The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. **European Food Research and Technology**, v.222, p.171–175, 2006.

YUAN, F.; XU, D.; QI, X.; ZHAO, J.; GAO, E. Y. Impact of high hydrostatic pressure on the emulsifying properties of whey protein isolate–chitosan mixtures. **Food Bioprocess Technology**, New York, v.6, n.4, p.1024–1031, 2011.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – CCS DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS–Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **Elaboração e Caracterização de *Frozen Yogurt* à Base de Soro de Leite Suplementado com Inulina**, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Viviane Michele dos Santos (Rua Professor Bandeira, nº 423, Iputinga, Recife-PE, CEP:50731-250, Fone: (81) 991096440, e-mail: vivisan6@yahoo.com.br). A pesquisa está sob a orientação da Prof^a. Dr^a. Tânia Lúcia Montenegro Stamford, Fone: (81) 985264611, e-mail: tlmstamford@yahoo.com.br e coorientação da Prof^a. Dr^a. Karina Correia da Silveira, Fone: (81) 988641327, e-mail: kcsilveira@hotmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Esta pesquisa consiste na utilização do soro de leite bovino, considerado resíduo biológico das indústrias de queijo, como matéria-prima base para elaboração de *frozen yogurt*, sendo adicionado também na composição dos *frozens*, inulina. O objetivo é elaborar formulações de *frozen yogurt*, partir de soro de leite, inulina e culturas lácticas tradicionais. A metodologia é composta pela elaboração dos *frozen yogurts*; caracterização físico-química e reológica das formulações; avaliação da vida-de-prateleira dos *frozens*; análise microbiológica dos sorvetes; análise sensorial dos *frozen yogurts* através dos testes de aceitação e intenção de compra. A sua participação ocorrerá da seguinte maneira:

- a) Cada participante receberá as amostras de *frozen yogurts*, juntamente com ficha de avaliação da amostra.
- b) O procedimento terá o tempo de duração de aproximadamente 10 minutos para a degustação.
- c) O principal risco consiste em processos alérgicos que o participante possua a algum dos componentes da amostra. Por este motivo, indivíduos alérgicos à lactose e/ou proteínas do leite de vaca não devem participar da análise. A quantidade de inulina dos produtos não excederá a recomendação diária recomendada, podem por ventura aparecer desconfortos normais provocados pelo consumo de fibras presentes nas formulações, tais como, diarreia, flatulência, cólica e distensão abdominal. Todos esses sintomas cessarão com a interrupção do consumo do produto. Este risco será atenuado através de

esclarecimento sobre as substâncias constituintes do *frozen yogurt*. Também serão garantidos todos os cuidados necessários à participação de acordo com os direitos individuais e respeito ao bem estar físico e psicológico.

- d) Os participantes contribuirão para o desenvolvimento da pesquisa na área de aproveitamento de resíduos e alimentos funcionais, sendo parte fundamental para finalização deste trabalho, visto que a caracterização sensorial do produto refletirá na escolha da melhor formulação, como também, a aceitação deste para um público quantitativamente mais expressivo. Além disso, o provador será beneficiado através do consumo de um alimento com efeitos positivos na sua saúde.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (formulários) ficarão armazenados em pastas de arquivos e no computador pessoal, sob a responsabilidade do orientador, no endereço Av. Professor Moraes Rêgo, 1235, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50670-901 (Departamento de Nutrição, pelo período mínimo de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br.**

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu,

_____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **Elaboração e Caracterização de Frozen Yogurt à Base de Soro de Leite Suplementado com Inulina**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____
Assinatura _____ do

participante:

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar.

(02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

Impressão
digital
(opcional)

APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO HEDÔNICA

Formulário de Análise Sensorial

NOME: _____ SEXO: _____
 IDADE: _____ AMOSTRA: _____ DATA: _____

1. TESTE DE ACEITABILIDADE

Você está recebendo quatro amostras de *frozen yogurt* à base de soro de leite. Por favor, prove cada uma das amostras da esquerda para a direita, consumindo porções da bolacha e bebendo água entre as amostras. Avalie quanto ao aroma, aparência, sabor, textura e a impressão geral/global, o quanto você gostou ou desgostou do produto:

		Códigos das Amostras			
9 gostei extremamente (adorei)					
8 gostei muito	Aroma				
7 gostei moderadamente	Aparência				
6 gostei ligeiramente	Sabor				
5 nem gostei/nem desgostei	Textura				
4 desgostei ligeiramente	Impressão Global				
3 desgostei moderadamente					
2 desgostei muito					
1 desgostei extremamente (detestei)					

2. TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Você recebeu quatro amostras de *frozen yogurt* à base de soro de leite. Por favor, avalie também a sua intenção de compra caso você encontrasse este produto à venda:

		Códigos das Amostras			
5 certamente compraria					
4 provavelmente compraria					
3 tenho dúvidas se compraria	Nota				
2 provavelmente não compraria					
1 certamente não compraria					

Comentários: _____

**APÊNDICE C – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO FROZEN YOGURT Á BASE DE
SORO DE LEITE CONTROLE (F0)**



T0



T20



T45



T60



T75



T85

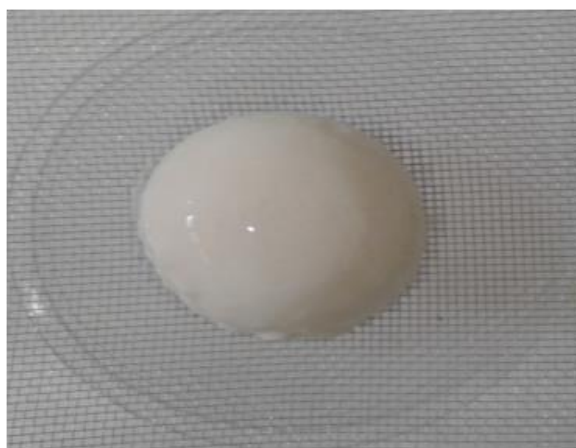
**APÊNDICE D – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO FROZEN YOGURT Á BASE DE
SORO DE LEITE COM 1% DE INULINA (F1)**



T0



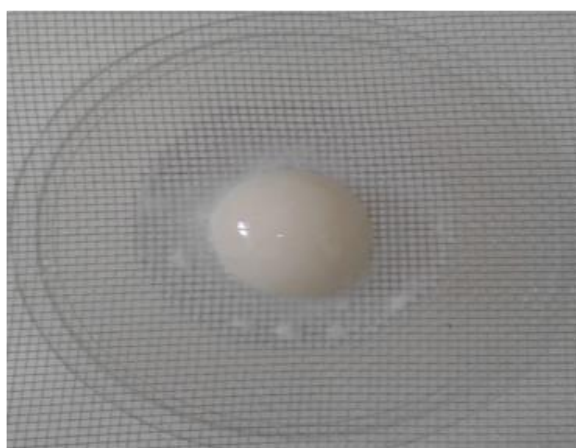
T20



T45



T60



T75



T85

**APÊNDICE E – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO FROZEN YOGURT Á BASE DE
SORO DE LEITE COM 2% DE INULINA (F2)**



T0



T25



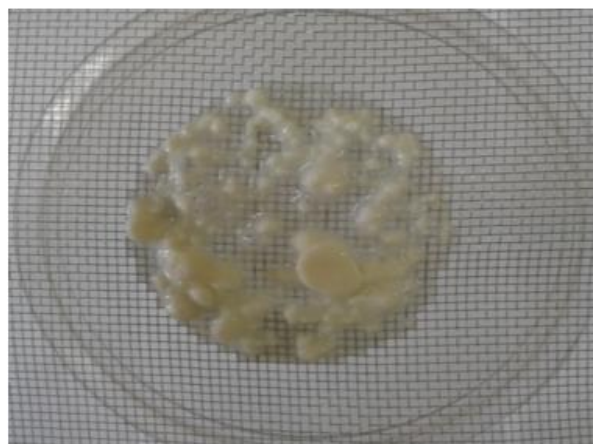
T45



T60



T75



T89

**APÊNDICE F – REGISTRO FOTOGRÁFICO DO FROZEN YOGURT Á BASE DE
SORO DE LEITE COM 4% DE INULINA (F3)**



T0



T30



T45



T60



T75



T92

ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES GERAIS SOBRE A INULINA

Product Sheet

DOC.A4-03/003, Orafiti®GR, 1/4



Orafiti®GR

Description

- Orafiti®GR is a food ingredient consisting mainly of inulin derived from chicory. Orafiti®GR is a GRanulated powder.
- Inulin consists of oligo- and polysaccharides composed of fructose units linked together by β -(2,1)-linkages. Almost every fructose chain is terminated by a glucose unit. The number of fructose and glucose units in inulin (Degree of Polymerization = DP) ranges mainly between 2 and 60.

Specifications

Physical and Chemical Parameters

Parameter	Limit	Unit	Reference method ¹	Frequency
Inulin	min 90	g/100 g d.m.	AOAC 997.08	Each batch ²
Glucose + fructose + sucrose	max 10	g/100 g d.m.	AOAC 997.08	Each batch ²
Dry matter (d.m.)	97 $\pm$ 2	g/100 g	Vacuum (<35 mbar, 70 °C, 20 h)	Each batch
pH (10 g/100 g)	6 $\pm$ 1		Potentiometric (20 °C)	Each batch
Conductivity (15 g/100 g)	max 250	μ S/cm	ICUMSA GS2/3/9-17, adapted	Each batch
Ash (sulphated)	max 0.2	g/100 g d.m.	ICUMSA GS3/4/7/8-11, adapted	Monitoring
Arsenic (total)	max 0.03	mg/kg	ICP-MS	Monitoring
Lead	max 0.02	mg/kg	ICP-MS	Monitoring
Mercury	max 0.01	mg/kg	ICP-MS	Monitoring
Cadmium	max 0.01	mg/kg	ICP-MS	Monitoring

¹ or validated equivalent

² CoA: % carbohydrates (HPLC)

Product Sheet

DOC.A4-03/003, Orafit®GR, 2/4



Microbiological Parameters

Parameter	Limit	Unit	Method ¹	Frequency
Total mesophilic bacteria (aerobes)	max 1000	cfu/g d.m.	ICUMSA GS2/3-41	Each batch
Yeasts	max 20	cfu/g d.m.	ICUMSA GS2/3-47	Each batch
Moulds	max 20	cfu/g d.m.	ICUMSA GS2/3-47	Each batch
Thermophilic aerobic spores	max 1000	cfu/g d.m.	ICUMSA GS2/3-49	Each batch
Enterobacteriaceae (incl. coliforms, E.coli)	negative	/g d.m.	ISO 21528, 37 °C	Each batch
Clostridia (incl. C. perfringens)	negative	/g d.m.	ISO 15213, 37 °C	Monitoring
Bacillus cereus	max 10	cfu/0.1 g d.m.	ISO 7932	Monitoring
Coagulase-positive staphylococci	negative	/g d.m.	ISO 6888	Monitoring
Salmonella	negative	/375 g d.m.	ISO 6579	Monitoring
Listeria monocytogenes	negative	/25 g d.m.	ISO 11290	Monitoring

¹ or acknowledged and validated equivalent

Product Sheet

DOC.A4-03/003, Orafit®GR, 3/4



Additional Information

Carbohydrates	Min. 99.5g/100 g d.m. (calculated as dry matter minus ash minus protein minus fat)
DP	Average DP ≥ 10
Appearance*	Fine, white to slightly yellow powder
Behaviour*	Hygroscopic
Taste*	Slightly sweet
Solubility in water*	approx. 120g/L at 25°C; approx. 350g/L at 90°C
Bulk density*	620 g/L ± 50 g/L
Proposed labelling (EU) (other countries)	Inulin Information available upon request
Packaging	Paper bags, Big Bags; both on pallets
Recommended storage conditions	Temperature < 25 °C, Relative humidity below 60%
Minimum durability	5 years in bags from date of production under recommended storage conditions in its original unopened packaging 3 years in Big Bags from date of production under recommended storage conditions in its original unopened packaging
Safety precautions	Orafit®GR is a fine powder and can cause dust explosions when mixed with air (typical for powder).
Certification and Compliance	Kosher (certificate available upon request) Halal (certificate available upon request) Suitable for vegetarians & vegans Suitable for gluten-free products: gluten ≤ 10 mg/kg Orafit®GR is not produced from ingredients or using processing aids that would require allergen labelling as laid down in Regulation (EU) No 1169/2011. Orafit®GR is produced in Belgium or Chile in compliance with applicable Belgian, Chilean and European Food Law (e.g. Regulation (EC) No 178/2002, Regulation (EC) No 852/2004) and international quality standards including IFS Food.

Document Code	Version	Valid from
GR A4-03	003	01-06-2017

Disclaimer

To the best of our knowledge, the information in this sheet is reliable. BENEQ-Orafit S.A. warrants all parameters; those marked with an asterisk (*) cannot be subject of complaints.

Product Sheet

DOC.A4-03/003, Orafit®GR, 4/4



Annex

Nutritional information provided in the table shall enable food manufacturers to calculate the contribution of Orafit®GR in their food products in compliance with the applicable EU food regulations.

Nutritional information for other countries is available upon request.

Information relevant for Nutrition Declaration in the EU (Reg. (EU) No 1169/2011)

Nutrient	Typical Value ¹	Unit per 100 g
Energy ²	848/210	kJ/kcal
Fat	Negligible ³	g
Carbohydrate	8	g
Sugars ⁴	8	g
Fibre ⁵ (AOAC 997.08)	89	g
Protein	Negligible ³	g
Salt (sodium)	Negligible ³	g
Vitamins, Minerals	Negligible ³	g

¹ Proposed values are typical values

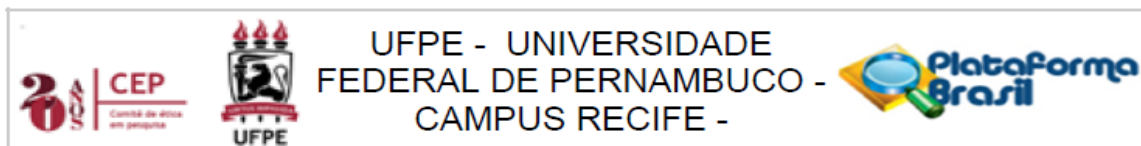
² Applying the energy conversion factor of 8 kJ/g or 2 kcal/g as laid down for all fibres in EU

³ Negligible means "0" according to applicable rounding rules in EU

⁴ EU sugars definition: all mono- and disaccharides

⁵ EU dietary fibre definition: carbohydrates with three or more monomeric units (DP ≥ 3)

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Frozen Yogurt à Base de Soro de Leite Suplementado com Inulina: Desenvolvimento, Caracterização Físico-Química, Reológica e Sensorial

Pesquisador: VIVIANE MICHELE DOS SANTOS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 83456917.0.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.029.190

Apresentação do Projeto:

Projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco da mestranda VIVIANE MICHELE DOS SANTOS, sob orientação das profas. Tânia Lúcia Montenegro Stamford e Karina Correia da Silveira, do Departamento de Nutrição do CCS/UFPE.

Objetivo da Pesquisa:

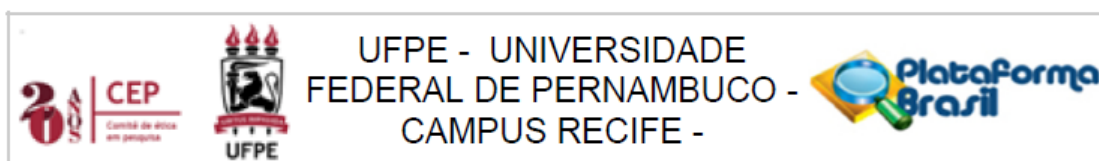
PRIMÁRIO: Elaborar um frozen yogurt, partir de soro de leite, inulina e culturas lácticas tradicionais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS – O principal risco consiste em processos alérgicos que o participante possua a algum dos componentes da amostra. Por este motivo, indivíduos alérgicos à lactose e/ou proteínas do leite de vaca não devem participar da análise. Este risco será atenuado através de esclarecimento sobre as substâncias constituintes do frozen yogurt. Também serão garantidos todos os cuidados necessários à participação de acordo com os direitos individuais e respeito ao bem estar físico e psicológico.

BENEFÍCIOS: Os participantes contribuirão para o desenvolvimento da pesquisa na área de aproveitamento de resíduos e alimentos funcionais, sendo parte fundamental para finalização deste trabalho, visto que a caracterização sensorial do produto refletirá na escolha da melhor

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.029.190

formulação, como também, a aceitação deste para um público quantitativamente mais expressivo. Além disso, o provador será beneficiado através do consumo de um alimento com efeitos positivos sobre a saúde.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia é composta pela elaboração dos frozen yogurts; caracterização físico-química e reológica das formulações; avaliação da vida-de-prateleira dos frozens; análise microbiológica dos sorvetes; análise sensorial dos frozen yogurts através dos testes afetivos de aceitação, intenção de compra e teste de ordenação preferência. A elaboração das formulações de frozen yogurts, as análises físico-químicas, reológicas, microbiológicas ocorrerão no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados e estão adequados.

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

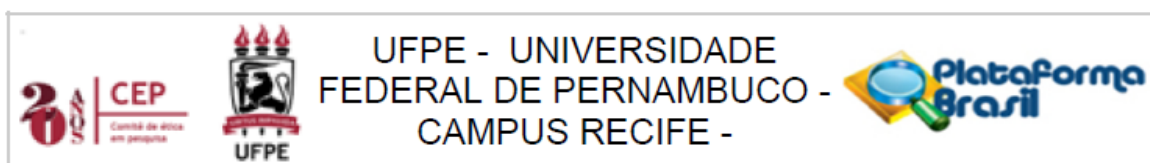
Considerações Finais a critério do CEP:

A emenda foi avaliada e APROVADA pelo colegiado do CEP.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_1241409_E1.pdf	11/11/2018 21:58:51		Aceito
Outros	justificativadeemenda.docx	11/11/2018 21:56:48	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto modificado.docx	11/11/2018 21:54:22	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle modificado.docx	11/11/2018 21:53:20	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	11/11/2018 21:50:43	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.029.190

Outros	vinculovivianepos.pdf	22/02/2018 10:21:58	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito
Outros	termoconfidencialidade.pdf	22/02/2018 10:21:22	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito
Outros	cartaanuencia.pdf	22/02/2018 10:19:53	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito
Outros	curriculokarina.pdf	22/02/2018 10:19:22	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito
Outros	curriculotania.pdf	22/02/2018 10:18:52	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito
Outros	curriculoviviane.pdf	22/02/2018 10:18:24	VIVIANE MICHELE DOS SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 21 de Novembro de 2018

Assinado por:

Gisele Cristina Sena da Silva Pinho
(Coordenador(a))

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
UF: PE Município: RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br