



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ELISÂNGELA DE ANDRADE CASTRO

ELABORAÇÃO DE *FROZEN* DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA PREBIÓTICA
SABOR CAJÁ-UMBU

LIMOEIRO DO NORTE

2014

ELISÂNGELA DE ANDRADE CASTRO

ELABORAÇÃO DE *FROZEN* DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA PREBIÓTICA
SABOR CAJÁ-UMBU

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Elda Fontinele Tahim.
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Belfort Dantas Cavalcante.

LIMOEIRO DO NORTE
2014

C355e

Castro, Elisângela de Andrade.

Elaboração de frozen de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu /
Elisângela de Andrade Castro. - Limoeiro do Norte - IFCE, 2014.
139f.

Dissertação (Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal do Ceará, 2014.
Orientador: Prof^a. Dr^a. Elda Fontenele Tahin.

1. TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2. FROZEN DE BEBIDA LÁCTEA
FERMENTADA. 3. ALIMENTOS FUNCIONAIS. 4. QUALIDADE DE VIDA. I. Título.

CDD 664.23

ELISÂNGELA DE ANDRADE CASTRO

ELABORAÇÃO DE *FROZEN* DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA PREBIÓTICA
SABOR CAJÁ-UMBU

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

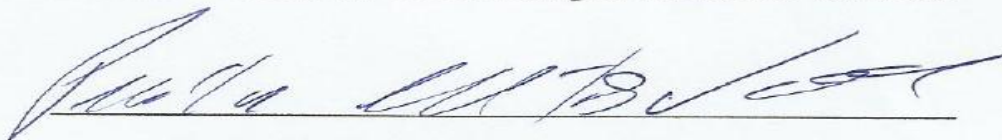
Aprovada em: 04 / 09 / 2014

BANCA EXAMINADORA



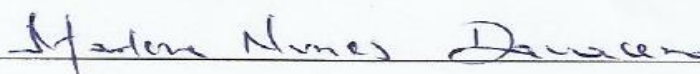
Prof. Dr. Antonio Belfort Dantas Cavalcante (Coorientador)

Instituto Federal do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte



Prof. Dr. Pedro Matias de Vasconcelos

Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC



Prof.ª Dra. Marlene Nunes Damaceno

Instituto Federal do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte

A Deus.

Aos meus pais e amigos, pelo apoio e
confiança incondicionais.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não
sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não
sou o que era antes”.

Martin Luther King.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu guia e me dar forças para enfrentar os desafios.

Aos professores doutores do curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do IFCE-*Campus* Limoeiro do Norte, em especial a Elda Fontinele Tahim, Marlene Nunes Damaceno, Antônio Belfort Dantas Cavalcante e Renata Chastinet Braga pelas oportunas e seguras informações, nos momentos de dúvida durante a pesquisa.

Ao Diretor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-*Campus* Iguatu, pelo apoio e compreensão durante o período de aulas e realização da pesquisa.

Aos meus amigos e familiares, por sentirem e entenderem a minha ausência durante a dupla jornada e por torcerem e se orgulharem das minhas conquistas.

A Zulene, Poliana, Elaine, Erica, Tanna, Valdenice, Cristina, Luana e Joseane, minhas queridas e alegres companheiras de mestrado, por todo auxílio e amizade.

As técnicas de laboratório, admiravelmente comprometidas com a excelência intelectual e auxílio durante as análises, em especial Mayra, Juciene e Auriana.

A Elisabeth Mariano, pela ajuda durante as análises de pesquisa do mestrado e a Sandra pelo apoio e colaboração na etapa final do mestrado.

A Francilda e Ana Wladia, pela amizade irrestrita, com tanta atenção, preocupação, carinho, enfim, por sempre amenizarem as pedras do meu caminho!

A empresa Casa dos Ingredientes, pela colaboração com doação de ingredientes para a realização dos testes iniciais da pesquisa.

A toda minha família, em especial à minha mãe e aos meus irmãos Otavio e Pedro Jorge!

RESUMO

Os alimentos que possuem propriedades de reduzir o risco de doenças crônicas e melhorar a saúde são conhecidos como alimentos funcionais. Nesse contexto, o desenvolvimento e a viabilidade técnica do *frozen* de bebida láctea fermentada com propriedades funcionais, a partir do prebiótico fruto-oligossacarídeo (FOS) adicionado de polpa de cajá-umbu (*Spondias* spp) surge como uma alternativa para agregar valor ao produto, principalmente para as indústrias de laticínios, devido o aproveitamento do soro de leite. A metodologia empregada foi o desenvolvimento de três formulações de *frozen* de bebida láctea fermentada, com diferentes concentrações de FOS (0, 3 e 6%) em substituição a sacarose, sendo que os demais ingredientes foram padronizados. Os parâmetros analisados foram os físico-químicos, microbiológicos, contagem total das bactérias lácticas tradicionais, alterações nas características físico-químicas durante o congelamento (-18 °C), avaliação da aceitação, intenção de compra e índice de aceitabilidade das formulações desenvolvidas por meio de análise sensorial e análise de custo dos ingredientes das formulações desenvolvidas. As formulações apresentaram qualidade microbiológica satisfatória, bem como contagem total de bactérias ácido-lácticas viáveis superiores ao mínimo estabelecido pela legislação durante período de estocagem. O teor médio de proteína das formulações avaliadas foi superior ao mínimo preconizado pela legislação. A adição de FOS provocou aumento da viscosidade e do *overrun* nas formulações e diminuição da densidade em relação à formulação controle. A análise de cor revelou estabilidade em todas as formulações não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$). Durante o período de estocagem, foi observado aumento da acidez em ácido láctico e diminuição do pH em todas as formulações, indicando atividade continuada das culturas microbianas, entretanto as formulações contendo FOS apresentaram-se mais estáveis em relação à formulação controle. A etapa de congelamento mostrou-se importante para preservar mais de 70% do teor inicial de vitamina C. O teste de aceitação mostrou que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações, índice de aceitabilidade apresentou-se acima de 80% e valor de intenção de compra positiva. A análise de custo de ingredientes mostrou que é possível incorporar FOS em *frozen*. As formulações apresentam-se como uma alternativa viável para a utilização parcial do excedente de soro de leite dos laticínios, como para a inovação nos mercado de gelados comestíveis funcionais, com considerável melhoria do aporte nutricional.

Palavras-chaves: Alimento funcional. Gelados comestíveis. Fruto-oligossacarídeo.

ABSTRACT

Foods that have properties to reduce the risk of chronic disease and improve health are known as functional foods. In this context, the development and the technical feasibility of the frozen dairy beverage fermented with functional properties, from the prebiotic fructo-oligosaccharide (FOS) added pulp umbu-caja (*Spondias* spp) is an alternative to adding value to the product, mainly for dairies due the utilization of whey. The methodology was the development of three formulations of frozen dairy beverage fermented with different concentrations of FOS (0, 3 and 6%) in replacement of sucrose, and the remaining ingredients were standardized. The parameters analyzed were the physico-chemical, microbiological, total count of traditional lactic acid bacteria, changes in the physico-chemical characteristics during freezing (-18 ° C), evaluation of acceptance, purchase intent and acceptability index of the formulations developed through sensory analysis and cost analysis of the ingredients of the formulations developed. The formulations showed satisfactory microbiological quality as well as total count of lactic acid bacteria viable than the minimum established by law during storage period. The average protein content of the commercial formulations was higher than the minimum recommended by law. The addition of FOS resulted in an increase in viscosity in the formulations and overrun and reduced density compared to the control formulation. The color analysis showed stability in all formulations with no significant difference ($p > 0.05$). During the storage period, increase in lactic acid acidity and pH decrease in all formulations was observed, indicating continued activity of microbial cultures, however formulations containing FOS showed to be more stable compared to the control formulation. The freezing step proved to be important to preserve more than 70% of the initial content of vitamin C. The acceptance test showed no significant difference ($p > 0.05$) between formulations, acceptability index presented above 80% and of value positive intent to purchase. The cost analysis showed that the ingredients can be incorporated in FOS frozen. The formulations are presented as a viable alternative to partial use of surplus dairy whey, and for innovation in functional ices market, with considerable improvement of nutrition.

Keywords: Functional food. Ices. Fructo-oligosaccharide.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura química dos principais fruto-oligossacarídeos: (A) 1-kestose, (B) nistose e (C) frutofuranosil nistose.....	33
Figura 2 -	Fruto do cajá-umbu.....	36
Figura 3 -	<i>Streptococcus salivarius</i> spp. <i>thermophilus</i>	42
Figura 4 -	<i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>	42
Figura 5 -	Condição fundamental da suplementação de alimentos com ingredientes prebióticos e/ou bactérias probióticas.....	45
Figura 6 -	Fluxograma de elaboração da base láctea de <i>frozen</i> : bebida láctea fermentada.....	49
Figura 7 -	Fluxograma de elaboração do <i>frozen</i> de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu.....	50
Figura 8 -	Procedimento de inoculação e contagem de colônias em placas 3M Petrifilm™®.....	56
Figura 9 -	Unidades formadoras de colônia de <i>Escherichia coli</i> e coliformes totais em placa Petrifilm.....	57
Figura 10 -	Unidades formadoras de colônias de <i>Staphylococcus aureus</i> em placa Petrifilm.....	57
Figura 11 -	Formulações de <i>frozen</i> de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu.....	79
Figura 12 -	Variação dos valores de acidez (% em ácido láctico) das formulações de <i>frozen</i> ao longo do período de armazenamento.....	83
Figura 13 -	Variação dos valores de pH das formulações de <i>frozen</i> ao longo do período de armazenamento.....	84
Figura 14 -	Variação de Vitamina C das formulações de <i>frozen</i> ao longo do período de armazenamento.....	85
Figura 15 -	Distribuição dos provadores por sexo, no teste de aceitação de <i>frozen</i> desenvolvidas.....	89
Figura 16 -	Distribuição dos provadores por faixa etária, no teste de aceitação de <i>frozen</i> desenvolvidos.....	90
Figura 17 -	Distribuição dos provadores por grau de escolaridade, no teste de aceitação de <i>frozen</i> desenvolvidos.....	90

Figura 18 -	Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo aparência das três formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).....	91
Figura 19 -	Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo odor das três formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).....	92
Figura 20 -	Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo sabor das três formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).....	93
Figura 21 -	Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo textura das três formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).....	94
Figura 22 -	Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo aceitação global das três formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).....	95
Figura 23 -	Histograma da intenção de compra dos julgadores para <i>frozen</i> desenvolvidas. Escala hedônica de cinco pontos.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição química (g/100 g) de diferentes tipos de <i>frozen</i> iogurte....	24
Tabela 2 -	Classificação dos sorvetes de acordo com a composição dos ingredientes e forma de apresentação ao consumidor.....	24
Tabela 3 -	Requisitos físico-químicos definidos para o leite fermentado.....	28
Tabela 4 -	Composição do leite integral, semidesnatado e desnatado.....	29
Tabela 5 -	Composição nutricional do soro doce e ácido.....	30
Tabela 6 -	Características físico-química e mineralógica da polpa dos frutos da umbu-cajazeira, provenientes do Recôncavo Sul da Bahia.....	37
Tabela 7 -	Ingredientes utilizados na formulação da bebida láctea fermentada.....	48
Tabela 8 -	Formulações de <i>frozen</i> de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu.....	49
Tabela 9 -	Caracterização físico-química da bebida láctea, preparado de fruta e soro em pó.....	62
Tabela 10 -	Parâmetros físico-químicos das formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas.....	67
Tabela 11 -	Resultados das análises de viscosidade, densidade aparente e <i>overrum</i> das formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas.....	75
Tabela 12 -	Determinação de cor das formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas.....	79
Tabela 13 -	Resultados das análises microbiológicas das formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas.....	80
Tabela 14 -	Valores de acidez (% em ácido láctico) entre as formulações, durante o período de armazenamento.....	82
Tabela 15 -	Valores de pH obtidos, entre as diferentes formulações, durante o período de armazenamento.....	83
Tabela 16 -	Teores de Vitamina C obtidos, entre as diferentes formulações, durante o período de armazenamento.....	85
Tabela 17 -	Valores médios obtidos para análise de cor, entre as diferentes formulações, durante o período de armazenamento.....	86
Tabela 18 -	Valores médios obtidos para análise de viscosidade, entre as diferentes formulações, durante o período de armazenamento.....	87
Tabela 19 -	Contagem média do número de células viáveis de <i>Streptococcus</i>	

	<i>salivarius</i> ssp. <i>thermophilus</i> das formulações elaboradas nas diferentes concentrações de FOS durante o tempo de armazenamento de 35 dias (UFC/g).....	88
Tabela 20 -	Contagem média do número de células viáveis de <i>Lactobacillus delbruecki</i> ssp. <i>bulgaricus</i> das formulações elaboradas nas diferentes concentrações de FOS durante o tempo de armazenamento de 35 dias (UFC/g).....	88
Tabela 21 -	Escore médios e desvios padrão referentes aos atributos sensoriais das formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas.....	96
Tabela 22 -	Médias e desvios padrão dos escores obtidos no teste de atitude de compra das formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas.....	101
Tabela 23 -	Índice de Aceitabilidade (%) referente aos atributos sensoriais das formulações de <i>frozen</i> desenvolvidas	102
Tabela 24 -	Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre os atributos físico-químicos e sensoriais.....	103
Tabela 25 -	Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre os parâmetros reológicos, cor e atributos sensoriais.....	105
Tabela 26 -	Custo com os ingredientes para a formulação de <i>frozen</i> com diferentes níveis de substituição da sacarose por fruto-oligossacarídeo e uso de bebida láctea.....	106
Tabela 27 -	Variação dos custos com ingredientes para fabricação de <i>frozen</i> com diferentes níveis de substituição da sacarose por fruto-oligossacarídeo.....	106
Tabela 28 -	Custo com os ingredientes para formulação de <i>frozen</i> sem adição de soro de leite à base láctea em diferentes níveis de substituição da sacarose por fruto-oligossacarídeo.....	107
Tabela 29 -	Variação dos custos com ingredientes para fabricação de <i>frozen</i> , com uso de bebida láctea e base láctea tradicional.....	107
Tabela 30 -	Preço (R\$) dos ingredientes utilizados nas formulações de calda base para <i>frozen</i>	135

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivos Geral	17
2.2	Objetivos Específicos.....	17
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1	Alimentos funcionais.....	18
3.2	Prebióticos.....	20
3.3	Gelado comestível.....	22
3.3.1	Ingredientes.....	26
3.3.1.1	Bebida láctea fermentada.....	26
3.3.1.2	Leite.....	28
3.3.1.3	Soro de leite.....	29
3.3.1.4	Fruto-oligossacarídeo – FOS.....	32
3.3.1.5	Polpa de fruta.....	35
3.3.1.6	Ar e água.....	38
3.3.1.7	Estabilizantes e emulsificantes.....	38
3.3.1.8	Saborizantes e aromatizantes.....	40
3.3.1.9	Açúcar.....	40
3.3.1.10	Fermento lácteo.....	41
3.3.2	Processo de fabricação.....	43
3.3.3	Análise sensorial de produtos prebióticos.....	44
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1	Matéria-prima e ingredientes.....	47
4.2	Método.....	47
4.2.1	Elaboração do frozen de bebida láctea fermentada prebiótica.....	47
4.2.1.1	Elaboração da bebida láctea fermentada.....	48
4.2.1.2	Elaboração do frozen de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu.....	49
4.2.2	Análises físico-químicas.....	50
4.2.2.1	Bebida láctea fermentada, soro de leite em pó e preparado de fruta de cajá-umbu.....	51

4.2.2.2	Composição centesimal e caracterização físico-química, reológica e valor energético total das formulações de frozen desenvolvidas.....	52
4.2.2.3	Vida-de-prateleira das formulações de frozen desenvolvidas.....	55
4.2.3	Análises microbiológicas.....	55
4.2.4	Viabilidade da cultura láctea: contagem de bactérias lácticas tradicionais.....	58
4.2.5	Avaliação sensorial e intenção de compra.....	59
4.2.6	Índice de aceitabilidade.....	60
4.2.7	Análise estatística.....	60
4.2.8	Análise de custo dos ingredientes.....	61
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
5.1	Avaliação físico-química.....	62
5.1.1	Caracterização físico-química das matérias- primas: bebida láctea, preparado de fruta e soro em pó.....	62
5.1.2	Caracterização físico-química das formulações de frozen de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu.....	67
5.1.3	Análise de viscosidade, densidade aparente e overrun.....	75
5.1.4	Análise de cor.....	78
5.2	Avaliação microbiológica.....	80
5.3	Estabilidade físico - química.....	81
5.4	Viabilidade das bactérias lácticas.....	87
5.5	Análise sensorial: aceitação e intenção de compra.....	89
5.5.1	Caracterização dos provadores.....	89
5.5.2	Teste de aceitação.....	90
5.5.3	Intenção de compra.....	100
5.6	Índice de aceitabilidade.....	102
5.7	Correlação de Pearson.....	103
5.8	Análise de custos dos ingredientes.....	105
6	CONCLUSÃO.....	108
	REFERÊNCIAS.....	109
	APÊNDICE A - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	133
	APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	134

APÊNDICE C - PREÇO DOS INGREDIENTES UTILIZADOS NAS FORMULAÇÕES DE CALDA BASE PARA FROZEN.....	135
ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	136
ANEXO B - CERTIFICADO DE CONFORMIDADE DO PRODUTO (FOS).....	138
ANEXO C - MÉTODO OFICIAL AOAC 991.14 (STX PETRIFILM).....	139

1 – INTRODUÇÃO

A Ciência de Alimentos que anteriormente se preocupava em desenvolver alimentos para a sobrevivência humana passou a objetivar o conceito de produzi-los com qualidade e a usá-los como veículo de promoção de bem-estar e saúde, ao mesmo tempo, reduzindo o risco de doenças (KRÜGER et al., 2008). Sendo que consumidores, cada vez mais, têm procurado por alimentos que contribuam diretamente com a sua saúde (SIRÓ et al., 2008).

Os alimentos que possuem propriedades de reduzir o risco de doenças crônicas e melhorar a saúde são conhecidos como alimentos funcionais. Este conceito foi introduzido pelo governo do Japão na década de 1980, durante a implementação de um sistema regulatório para aprovar certos alimentos com efeitos benéficos à saúde na tentativa de reduzir os gastos com saúde pública (STRINGHETA et al., 2007).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária considera alimento funcional o alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde e pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos, fisiológicos e/ou benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999a). No entanto, a funcionalidade deve ocorrer naturalmente nos alimentos e possuir efeitos benéficos comprovados cientificamente (ROBERFROID, 2007a).

Há uma variedade extremamente ampla de bioativos que estão associados com efeitos benéficos para a saúde humana, incluindo, mas não se limitando a fibras, probióticos e prebióticos, vitaminas, minerais, ácidos graxos, péptidos, proteínas, e metabólitos secundários de plantas (SCHIEBER, 2012).

O emprego de prebióticos tornou-se uma alternativa para o aumento de microrganismos benéficos no trato digestivo, sendo definido por Saad, Cruz e Faria (2011) como ingredientes não digeríveis incorporados aos alimentos com o objetivo de selecionar determinadas bactérias da microbiota intestinal, que vai servir de substrato para a proliferação de bactérias desejáveis da microbiota intestinal no cólon. Os prebióticos atuam mais frequentemente no intestino grosso, embora possam ter algum impacto nos microrganismos do intestino delgado.

Nesta perspectiva, uma nova tendência da indústria de alimentos é a produção de iogurtes e leites fermentados funcionais. Além do iogurte, das bebidas fermentadas e dos queijos, outro veículo considerado apropriado para se adicionar ingredientes prebióticos à dieta humana é o sorvete. Alguns estudos têm demonstrado ser possível processar sorvete do

tipo *frozen* empregando diferentes fermentos e ingredientes prebióticos em proporções variadas destes nas misturas (MIGUEL, 2009).

Visto que o mercado de produtos lácteos refrigerados vem apresentando um ritmo de crescimento constante, esses alimentos tornam-se uma alternativa para a incorporação de ingredientes funcionais, como prebióticos (CARDARELLI et al., 2008a). As sobremesas se destacam entre as principais categorias de alimentos nos quais ingredientes prebióticos são incluídos (WELLS; SAULNIER; GIBSON, 2008), podendo ser utilizados como agentes de corpo e textura, estabilizantes e substitutos de gordura e/ou açúcar (FRANCK, 2008).

A procura do consumidor brasileiro por produtos mais saudáveis, inovadores, e seguros, aliada à consolidação dos produtos no mercado, contribuíram para o crescimento da indústria de bebidas e sobremesas lácteas, fazendo com que estas ganhassem popularidade à adição de ingredientes prebióticos (SIRÓ et al., 2008). O emprego de ingredientes prebióticos em sobremesas lácteas tem sido bastante promissor e o número crescente de trabalhos realizados nessa área mostram resultados bastante favoráveis (BURITI; CRUZ; SAAD, 2011). Desta forma, o *frozen* de bebida láctea fermentada pode ser um veículo apropriado para a adição de prebióticos à dieta humana.

Nesse contexto, a produção de sorvetes explorando a relação entre consumo de determinados ingredientes com fatores promotores de saúde, tal como a substituição de ingredientes que são fatores de risco para certas doenças, constitui uma área com grande potencial de desenvolvimento (SOUZA et al., 2010). Vale ressaltar que o consumo de sorvete no Brasil cresceu 76,49% entre os anos de 2003 e 2012 (ABIS, 2013).

Desta forma, a elaboração de *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu, apresenta-se como um produto com características nutritivas e funcionais. Além disso, a adição de cajá-umbu (*Spondias* spp) surge como uma forma de aproveitamento dessa espécie nativa típica da região Norte e Nordeste do país, que é explorada economicamente com base em seus frutos, normalmente consumida *in natura* ou comercializada em forma de polpa.

No presente trabalho, o desenvolvimento e a viabilidade técnica do *frozen* de bebida láctea fermentada com propriedades funcionais, a partir do prebiótico fruto-oligossacarídeo (FOS) adicionado de polpa de cajá-umbu (*Spondias* spp) surge como uma alternativa para agregar valor ao produto, principalmente para as indústrias de laticínios, devido ao aproveitamento de matéria-prima como soro de leite.

2 - OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar a viabilidade técnica do desenvolvimento de um *frozen* de bebida láctea fermentada sabor cajá-umbu acrescido de prebiótico (fruto-oligossacarídeo) que seja nutritivo, aceito pelo consumidor e com menor custo.

2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar formulações com diferentes concentrações de fruto-oligossacarídeo (FOS) em substituição parcial à sacarose da formulação controle;
- Determinar parâmetros físico-químicos do *frozen*: acidez titulável, umidade, sólidos totais, açúcares totais e açúcares não redutores em sacarose, gordura, proteínas, cinzas, valor de pH, sólidos solúveis, vitamina C, viscosidade, valor energético, cor (L^* , a^* , b^*), conteúdo de FOS, densidade aparente e incorporação de ar (% *overrun*);
- Realizar as análises de determinação de Coliformes a 45 °C/g, *Staphylococcus coagulase* positiva/g e *Salmonella* sp/25g durante estocagem em baixa temperatura;
- Determinar o número de células viáveis das bactérias lácticas tradicionais (*Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*);
- Analisar as características físico-químicas e reológicas durante o período de estocagem (-18 °C): pH, acidez titulável, vitamina C, cor (L^* , a^* , b^*) e viscosidade;
- Avaliar a aceitação sensorial, intenção de compra e índice de aceitabilidade dos *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu;
- Comparar os custos dos ingredientes para fabricação do *frozen*, sabor cajá-umbu, com diferentes níveis de substituição da sacarose por fruto-oligossacarídeo e uso de base láctea com e sem adição de soro de leite.

3 - REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Alimentos funcionais

A regulamentação específica para alimentos funcionais iniciou no Japão. Alimentos conhecidos como FOSHU (Alimentos para Uso Específico em Saúde – *Foods for Specified Health Use*), referem-se àqueles processados, incorporados de determinados ingredientes bioativos, os quais o alimento contém em pouca quantidade, ou não contém naturalmente, similares em aparência aos alimentos convencionais que, se usados como parte de uma dieta normal, demonstraram, manutenção das suas funções nutricionais básicas, benefícios fisiológicos e/ou relacionados à redução do risco de doenças crônicas (HASLER, 1998; PALANCA et al., 2006). O princípio foi rapidamente adotado mundialmente, entretanto, os tipos de alegação (*claim*), bem como os critérios para a sua aprovação, variam de acordo com a regulamentação de cada país ou de cada bloco econômico (STRINGHETA et al., 2007).

Mesmo com o progressivo aumento da popularidade dos alimentos funcionais, nenhuma definição internacional para a categoria foi desenvolvida. Nos Estados Unidos da América, a agência FDA (*Food and Drug Administration*) não fornece uma definição legal para o termo “*functional food*” e subdivide o termo em duas subcategorias: “*Medical Foods*” e “*Foods for Special Dietary Use*”. Entretanto, algumas organizações como a ADA (*American Dietetic Association*), IFIC (*International Food Information Council*) e o IFT (*Institute of Food Technologists*) desenvolveram diferentes definições para o termo baseadas, no fornecimento de benefícios salutares adicionais, que podem reduzir o risco de doenças e/ou promoverem uma melhoria na saúde (BALDISSERA et al., 2011).

A legislação brasileira não define alimentos funcionais, porém define propriedade funcional e propriedade de saúde. Ainda, reforça que o alimento ou ingrediente que apresenta alegação de propriedade funcional, além de atuar em funções nutricionais básicas, deverá desencadear efeitos benéficos à saúde e ser também seguro para o consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999a). As alegações aprovadas relacionam a propriedade funcional e/ou de saúde de um nutriente ou não nutriente do alimento, considerando a formulação e as características deste. São permitidas alegações funcionais relacionadas com o papel fisiológico no crescimento, desenvolvimento e funções normais do organismo e/ou alegações sobre a manutenção geral da saúde e a prevenção de risco de doenças, em caráter opcional.

Não se permitem alegações que façam referência à cura ou à prevenção de doenças (BRASIL, 1999b; BRASIL, 1999c).

Os alimentos funcionais devem apresentar as seguintes características:

- a) devem ser alimentos convencionais e consumidos na dieta normal/usual;
- b) devem ser constituídos por componentes naturais, algumas vezes, em elevada concentração ou presentes em alimentos que normalmente não os supririam;
- c) devem ter efeitos positivos além do valor básico nutritivo, que pode aumentar o bem-estar e a saúde e/ou reduzir o risco de ocorrência de doenças, promovendo benefícios à saúde além de aumentar a qualidade de vida, incluindo os desempenhos físico, psicológico e comportamental;
- d) a alegação da propriedade funcional deve ter embasamento científico;
- e) pode ser um alimento natural ou um alimento no qual um componente tenha sido removido;
- f) pode ser um alimento onde a natureza de um ou mais componentes tenha sido modificada;
- g) pode ser um alimento no qual a bioatividade de um ou mais componentes tenha sido modificada (BUTTRISS, 2000; ROBERFROID, 2002; MORAES; COLLA, 2006).

Os atributos de alimentos funcionais incluem, entre outros benefícios à saúde, a redução do risco de doenças cardiovasculares, câncer, diabetes, obesidade, osteoporose e de outras doenças crônicas não transmissíveis (ROSA; COSTA, 2010).

O mercado de alimentos funcionais e novos ingredientes aumentou significativamente devido a vários fatores relacionados com a saúde, estilo de vida, nível de informação dos consumidores e mercado altamente competitivo (GRANATO et al., 2010; SIRÓ et al., 2008). O consumo de derivados lácteos experimenta desde a década de 1950, um grande crescimento mundial que levou a indústria a superar consideráveis obstáculos tecnológicos, possibilitando a ampliação da oferta de produtos alimentares funcionais com potenciais benefícios para a saúde, ao contribuir para a regulação do sistema digestivo, diminuição do colesterol, entre outros (OLIVEIRA; CARDOSO, 2010).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO demonstra a preocupação no repasse das informações e no controle regulatório de alimentos funcionais, e o *Codex Alimentarius*, com o objetivo de proteger a saúde do consumidor e incentivar práticas justas no comércio internacional de alimentos, estabelece diretrizes para a rotulagem nutricional e as alegações de propriedades funcionais (NITZKE et al., 2012).

A inclusão de um ingrediente alimentar é um dos principais pilares do sucesso do desenvolvimento de alimentos funcionais. No entanto, a confiança dos consumidores em relação à segurança e a funcionalidade do ingrediente depende em grande parte de sua fonte (KHAN et al., 2012).

Inúmeros alimentos e ingredientes alimentares vêm sendo correlacionados com a capacidade de apresentarem propriedade funcional, dentre eles destaque especial vem sendo dado aos prebióticos.

3.2 Prebióticos

O termo prebiótico foi introduzido em 1953 por Gibson e Roberfroid (1995) e definido como sendo um ingrediente alimentar não digerível, que resulta em benefício ao hospedeiro pela estimulação seletiva do crescimento e/ou ativação do metabolismo de uma ou de um número limitado de bactérias no cólon. Prebióticos são ingredientes alimentares formados por hidratos de carbono não digeríveis. É um ingrediente especializado que influencia bactérias específicas, possuindo efeito favorável para a flora intestinal do hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento de bactérias no cólon e servindo de alimentos para probióticos (bactérias intestinais) (NAIR; KHARB; THOMPSON, 2010; ROBERFROID, 2007b).

De acordo com o Food for Specified Health Use (FOSHU), o órgão que regulamenta os alimentos funcionais no Japão, os prebióticos são classificados na categoria de oligossacarídeos e/ou fibra dietética. Esses compostos são utilizados em diferentes tipos de alimentos e bebidas, como café, biscoitos, tofu, leite e derivados, uma vez que melhoram as propriedades sensoriais destes produtos (MACFARLANE; MACFARLANE; CUMMINGS, 2006; JAPANESE MARKET INFORMATION, 2013).

Segundo Roberfroid (2007a) e Wang (2009) os prebióticos são atualmente definidos como ingredientes seletivamente fermentáveis que permitem modificações específicas na composição e/ou na atividade da microbiologia gastrointestinal que resultam em benefícios ao bem-estar e a saúde do hospedeiro. Segundo Carabin e Flamm (1999) os prebióticos são fibras, entretanto, apenas certas fibras são consideradas prebióticas. A inulina e a oligofrutose, denominadas de frutanos, são fibras solúveis e fermentáveis, não digeríveis pela α -amilase e por enzimas hidrolíticas, como a sacarase, a maltase e a isomilase, na parte superior do trato gastrointestinal.

São, portanto, substâncias direcionadas para alterar alguns gêneros microbianos e não sofrem dificuldade de sobrevivência até atingir o local de ação no intestino. Pela atuação indireta, modulam a fermentação microbiana, estimulando bactérias bífidas. Por não serem bactérias lácteas fáceis de serem incorporadas ao alimento, a melhor estratégia para o aumento do número desse grupo microbiano no cólon é o consumo de prebióticos ou de alimentos simbióticos, que, além de um microrganismo probiótico, carregam um prebiótico que estimulará as estirpes de bactérias bífidas já existentes no cólon do hospedeiro (FERREIRA; SILVA, 2011).

Os principais prebióticos utilizados pela indústria de alimentos mundial são os fruto-oligossacarídeos (FOS), a inulina, os isomalto-oligossacarídeos (IMO), os glico-oligossacarídeos (GOS), os xilo-oligosacarídeos (XOS) e os transgalacto-oligossacarídeos (TOS). Dentre os citados, a inulina e os FOS são os mais estudados (SIRÓ et al., 2008; MACFARLANE; STEED; MACFARLANE, 2008; WANG, 2009) sendo ainda os únicos para os quais a alegação de efeito sobre a composição da microbiota intestinal é permitida no Brasil (BRASIL, 2008).

As principais fontes de inulina e oligofrutose empregadas na indústria de alimentos são a chicória e a alcachofra de Jerusalém. Os frutanos tipo inulina dividem-se em dois grupos gerais: a inulina e os compostos a ela relacionados, a α -oligofrutose e os fruto-oligossacarídeos (FOS). Essas entidades são quimicamente similares, com as mesmas propriedades nutricionais. A única diferença entre esses grupos é o grau de polimerização, ou seja, o número de unidades individuais de monossacarídeos que compõem cada molécula (CARABIN; FLAMM, 1999; KAUR; GUPTA, 2002; ROBERFROID, 2008).

Numerosos benefícios à saúde são atribuídos aos prebióticos. Dentre esses efeitos benéficos tem-se: modulação de funções fisiológicas-chaves, como absorção de cálcio e magnésio e o metabolismo lipídico, reduzindo os níveis de lipídios séricos; a modulação da composição da microbiota intestinal, a qual exerce um papel primordial na fisiologia gastrointestinal, na qual se tem o estímulo ao crescimento das bifidobactérias no intestino e estas parecem intensificar o sistema imunológico do hospedeiro, melhora da flora intestinal, prevenindo a diarreia ou a obstipação por alteração da microflora colônia; redução do risco de câncer de cólon, controle da tolerância à glicose, além de suprimir a produção de produtos de putrefação (ROBERFROID, 2002; ROBERFROID, 2008; STEFE; ALVES; RIBEIRO, 2008).

A escolha do prebiótico a ser incorporado no produto lácteo depende, fundamentalmente, da característica funcional a ser realçada no produto. Se o objetivo é um

produto com teor reduzido de gordura, a opção é o uso de inulina, mas, se for um teor reduzido de açúcar, utiliza-se a oligofrutose (CRUZ et al., 2010).

No Brasil, a Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos publicou uma lista de alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde para determinados ingredientes. Para os fruto-oligossacarídeos (FOS) e a inulina descrevem a seguinte alegação que deve vir no rótulo dos produtos: “Contribuem para o equilíbrio da flora intestinal. Seu consumo deve estar associado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (BRASIL, 2005a).

No Brasil a recomendação da legislação, para garantir o efeito contínuo dos prebióticos é com base na porção diária de fruto-oligossacarídeos (FOS) que deve ser ingerido na quantidade de 3 g/100 g para alimentos sólidos e de 1,5 g/100 g para alimentos líquidos (BRASIL, 2008).

A inulina e os oligossacarídeos são ingredientes alimentícios que apresentam potencial de aprimorar a qualidade tecnológica e sensorial de muitos alimentos. Por essa razão, o interesse da aplicação dos prebióticos por parte da indústria de alimentos, vem crescendo nos últimos anos (MUSSATTO; MANCILHA, 2007).

Além das diversas propriedades funcionais e nutricionais, esses compostos podem ser utilizados para o desenvolvimento de alimentos com características saudáveis e inovadoras, destinados ao consumidor final, aprimorando a qualidade tecnológica e sensorial dos alimentos como, por exemplo, o sabor e textura de produtos alimentícios, particularmente aqueles com teor reduzido de gorduras (SCHALLER-POVOLNY; SMITH, 1999; MUSSATTO; MANCILHA, 2007; AKALIN; ERISIR, 2008).

3.3 Gelado comestível

A definição oficial para sorvete varia de acordo com a legislação de cada país. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define gelados comestíveis como produtos alimentícios obtidos a partir da emulsão de gorduras e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo (BRASIL, 2005c).

Atualmente, o sorvete comercializado no Brasil, que possui leite fermentado como base láctea é o *frozen* iogurte. Este é considerado um tipo de sorvete que consiste de uma

mistura de ingredientes lácteos, aos quais foram adicionadas culturas lácteas, bem como ingredientes para dulçor e sabor (CRUZ et al., 2011a).

Segundo Ayub (2010), sorvete de iogurte como é mais conhecido na Europa e EUA, é uma sobremesa congelada, tipo sorvete, mas que utiliza leites fermentados como principal matéria-prima. Devido esta característica, e pelo fato de ser relativamente novo no mercado brasileiro, a legislação brasileira atual não dispõe de padrões de identidade e qualidade para *frozen* iogurte. Como é considerado um tipo de sorvete, adota-se nesse caso a Resolução RDC n.266, de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis, preparado, pós para preparo e bases para gelados comestíveis, para efeito de comparação (BRASIL, 2005c).

Segundo BRASIL (2005c), o *frozen* é um produto obtido basicamente com leite, submetido à fermentação láctea através da ação do *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, ou a partir de iogurte com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo, posteriormente, aerado e congelado. Os ingredientes utilizados na fabricação de sorvete são também empregados na produção de *frozen* iogurte (SOUKOULIS; TZIA, 2008).

Révillion (2010) *apud* Santos (2012) afirma que sorvete de iogurte pode ser obtido de duas maneiras: o iogurte é produzido e em seguida misturado com componentes comuns a um sorvete ou o leite e demais ingredientes são misturados e fermentados previamente ao processamento. A primeira maneira é mais indicada, pois garante um iogurte de melhor qualidade, onde problemas de fermentação são evitados. O mesmo procedimento vale para o iogurte com adição de soro de leite (SANTOS, 2012).

Segundo Tamime e Robinson (2000) o *frozen* iogurte pode ser classificado em três categorias principais: *soft*, *hard* ou *mousse*. Esses produtos se assemelham ao sorvete em seus estados físicos e em suas características, combinando a textura e sabor ácido do iogurte com o frescor do sorvete. A composição química aproximada dos diferentes tipos de *frozen* iogurte está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química (g/100 g) de diferentes tipos de *frozen* iogurte.

Ingredientes	<i>Frozen iogurte</i>		
	<i>Soft</i>	<i>Hard</i>	<i>Mousse</i>
Gordura	2,0-6,0	2,0-6,0	3,0
Sólidos não gordurosos do leite	5,0-10,0	5,0-14,0	12,0
Açúcar	8,0-20,0	8,0-16,0	8,0
Estabilizantes/ emulsificantes	0,2-1,0	0,2-1,0	2,4
% incorporação de ar (<i>overrun</i>)	50,0-60,0	70,0-80,0	90,0

Fonte: Tamime e Robinson (2000).

A composição de ingredientes para a fabricação de sorvetes depende de diversos fatores. Os sorvetes podem ser classificados de acordo com a composição dos ingredientes e apresentação ao consumidor (PSZCZOLA, 2002), segundo Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação dos sorvetes de acordo com a composição dos ingredientes e forma de apresentação ao consumidor.

Produto	Definição
Sorvete	Alimento congelado produzido a partir de mistura de ingredientes lácteos com, no mínimo, 10% de gordura do leite.
Sorvete com teor reduzido de gorduras	Mínimo de 25% de redução do teor de gordura, comparado ao produto referência.
Sorvete <i>light</i>	Mínimo de 50% de redução do teor de gordura ou 33% de redução calórica, comparado ao produto referência.
Sorvete de baixo teor de gordura	Máximo de 3% de gorduras totais por porção
Sorvete sem adição de gordura	Máximo de 0,5% de gordura por porção.
<i>Frozen iogurte</i>	Consiste numa mistura de ingredientes lácteos, aos quais foram adicionadas culturas lácteas, bem como ingredientes para dulçor e sabor.

Fonte: Pszczola (2002) *apud* Cruz et al. (2011a).

Em países como os Estados Unidos, o *frozen iogurte* faz sucesso desde 1970 (CORTE, 2008). Em geral, apresentam maior apelo de consumo no verão. Quanto à produção industrial e mercado de consumo têm-se registros da difusão dos sorvetes na Europa desde 1770 (CRUZ et al., 2011a). No Brasil, aproximadamente há 17 anos começou a ser difundido, iniciando nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Porto Alegre. Atualmente sorveterias especializadas também oferecem este produto com a mesma qualidade e tecnologia europeia e norte-americana, mas não em escala industrial (CORTE, 2008).

Assim como o *frozen iogurte*, o *frozen* elaborado a partir de bebida láctea fermentada se destaca por ser inovador, porém ainda pouco explorado e que constitui um

segmento diferenciado de sorvete. Aliado ao baixo conteúdo de gordura, a adição de ingredientes funcionais, como prebióticos, em *frozen* de bebida láctea fermentada pode fornecer benefícios adicionais à saúde, além de ampliar seu apelo de alimento saudável e nutritivo (PINTO, 2012).

Pelo fato de apresentar um baixo pH, possui como característica um sabor ácido acentuado em relação aos sorvetes tradicionais (MIGUEL; ROSSI, 2003).

Além do alto valor nutricional, o sorvete apresenta a característica de alta digestibilidade, quando bem homogeneizado posto que, com esse processo, há redução do tamanho dos glóbulos de gordura. Essa característica associada a outras, tais como sabor doce e textura macia, fazem desse produto um alimento apreciado por todas as idades. Pela fácil assimilação, é um alimento ideal para idosos, para pessoas de pouco apetite e, em casos de úlceras e gastrites crônicas, quadros em que o sorvete exerce função terapêutica por causa do resfriamento, levando ao descongestionamento da mucosa gástrica inflamada e ao estímulo da secreção das enzimas digestivas (GOMES et al., 2006; CASTILHO, 1992).

Para ABIS (2010), o *frozen* iogurte é diferente dos outros sorvetes, visto haver uma fermentação prévia do leite, pela ação de microrganismos que utilizam parte do açúcar do leite, a lactose, transformando em ácido lático. Uma vez produzida essa fermentação, procede-se à adição de açúcar, e seu batimento e congelamento, podendo utilizar como base láctea não apenas o iogurte, mas também bebida láctea fermentada. O valor nutricional dos alimentos depende não somente do seu conteúdo em nutrientes, mas também da biodisponibilidade considerando-se que, produtos lácteos fermentados, como o sorvete que contenha leite fermentado, geralmente têm a mesma quantidade de nutrientes do leite do qual é obtido, no entanto, o processo fermentativo torna os nutrientes mais disponíveis para a absorção.

O *frozen* elaborado a partir de bebida láctea fermentada difere-se do *frozen* iogurte apenas quanto à elaboração da base láctea. O procedimento de preparo da bebida láctea fermentada segue os princípios básicos da elaboração de iogurte, diferindo-se na adição de soro de leite na composição da bebida láctea, como ingrediente obrigatório além do leite (BRASIL, 2005b).

As etapas para a fabricação do *frozen* de bebida láctea fermentada são bastante simples. O processo consiste em misturar a bebida láctea fermentada fria com polpa de frutas, estabilizantes, emulsificantes e açúcar. O congelamento da mistura se dá num congelador de sorvetes contínuo ou em batelada, convencional. A composição química da mistura da base láctea fermentada, frutas *in natura* ou polpas de frutas e temperatura de batimento

condicionam as características físicas do *frozen* a partir de leite fermentado que se deseja obter. A composição química da bebida láctea fermentada com misturas de frutas e a temperatura durante seu armazenamento podem afetar as características físicas do produto.

3.3.1 Ingredientes

O *frozen* de bebida láctea fermentada não possui legislação no Brasil, mas é considerado um tipo de sorvete e são classificados como alimentos gelados comestíveis. Segundo Brasil (2005c), os sorvetes são alimentos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas ou de uma mistura de água e açúcar (es), podendo ser adicionados de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto. A composição de ingredientes para fabricação de *frozen* pode variar, mas assemelha-se aos ingredientes do sorvete convencional.

Assim como na formulação de sorvetes, o *frozen* também possui ingredientes básicos, entre eles estão a gordura, os sólidos não gordurosos do leite, os adoçantes, os estabilizantes e emulsificantes, os corantes e aromatizantes e a água, adicionados ou não de frutas, sementes oleaginosas e outros produtos como café, cacau, licores, ovos e cobertura (SOLER; VEIGA, 2001).

3.3.1.1 Bebida láctea fermentada

Em 2011 o Brasil foi considerado o quinto maior produtor mundial de leite e maior da América Latina (CNA, 2012), sendo que essa produção pode ser destinada à fabricação de diversos derivados, como o iogurte e a bebida láctea.

A bebida láctea, produto vendido nos mercados brasileiros, pode ser facilmente produzida e comercializada pelas pequenas fábricas e pela agricultura familiar, não havendo necessidade de grandes gastos com investimentos, aproveitando o soro disponível gerado durante a fabricação de queijos (PAULA; ALMEIDA, 2010).

Segundo Capitani et al. (2005) *apud* Santos et al. (2008), no Brasil, a produção de bebida láctea é uma das principais opções de aproveitamento do soro de leite. As mais comercializadas são as bebidas fermentadas, com características sensoriais semelhantes ao iogurte e bebidas lácteas não fermentadas. Segundo Achanta, Aryana, Boeneke (2007) a imagem saudável associada aos derivados lácteos fermentados tem resultado no aumento do consumo de bebida láctea, bem como ao sabor, à textura e o valor nutricional, demonstrando,

assim, o início de uma nova alternativa alimentar, tornando-se ainda mais foco de novos estudos.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas define bebida láctea como produto resultante da mistura do leite (*in natura*, pasteurizado, esterelizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e soro em pó), fermentada ou não, adicionada ou não de outros ingredientes, em que a base láctea represente pelo menos 51% do total de ingredientes do produto (BRASIL, 2005b).

A bebida láctea é classificada como fermentada quando a mistura de leite e soro é fermentada mediante ação de cultivo de microrganismos específicos e/ou adicionada de leites fermentados. A contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser, no mínimo, de 10^6 UFC/g ou mL, no produto final, para o(s) cultivo(s) láctico(s) específico(s) empregado(s), durante todo o prazo de validade (BRASIL, 2005b). Os cultivos mais amplamente utilizados são misturas simbióticas de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (SORVETES E CASQUINHAS, 2008).

As bebidas lácteas sem adições de ingredientes não lácteos e as bebidas lácteas com produto ou substância alimentícia devem cumprir o requisito físico-químico relativo ao teor de proteínas de origem láctea de, no mínimo, 2,0 e 1,2 g/100g, respectivamente (BRASIL, 2005b).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea (BRASIL, 2005b), bebidas lácteas podem ser classificadas em:

- Não Fermentadas;
 - Sem adição (ou sem produtos) ou com adição (ou com produtos);
- Fermentadas;
 - Sem adição (ou sem produtos) ou com adição (ou com produtos);
 - Sem adição de leites fermentados ou com adição de leites fermentados;
 - Tratadas/não tratadas termicamente após fermentação.

O valor nutritivo é a principal diferença entre o iogurte e a bebida láctea. Esta pode ter teores mínimos de proteína, variando de 1,0 a 1,7%, dependendo de sua classificação, enquanto que, para o iogurte, o teor mínimo é de 2,9%. No iogurte, o máximo de ingredientes não-lácteos é 30%, já em bebidas lácteas, esse percentual pode chegar a 49% em relação ao teor de sólidos totais (LAZZARINI, 2009).

Segundo Lerayer et al. (2002) as principais características físico-químicas definidas para leites fermentados estão indicadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Requisitos físico-químicos definidos para o leite fermentado.

Produto	Gordura (g/100g)	Acidez (g/100g)	Proteína (g/100g) (Mín.)
Com creme	6,0 Mín.	0,6-2,0	2,9
Integral	3,0-5,9	0,6-2,0	2,9
Parcialmente desnatado	0,6-2,9	0,6-2,0	2,9
Desnatado	0,5 Máx.	0,6-2,0	2,9

Fonte: Lerayer et al. (2002).

A bebida láctea à base de soro pode apresentar variações quanto ao tratamento térmico, à fermentação, à adição de ingredientes, podendo originar novos produtos (CALDEIRA et al., 2010).

A produção de bebida láctea adicionada de soro de leite em sua formulação vem ganhando uma importante fatia do mercado de produtos lácteos em razão de seu valor nutritivo, sendo uma importante fonte de cálcio e proteínas, baixo custo de produção e baixo preço final para o consumidor (THAMER; PENNA, 2006). A substituição de leite por soro de leite na fabricação de bebidas lácteas provoca excessiva redução na concentração de sólidos totais, resultando em uma menor consistência bem como um maior índice de fluidez (GAUCHE et al., 2009).

3.3.1.2 Leite

Diversas são as formas de produtos lácteos adicionados à fabricação de sorvete. Esta derivação pode vir do leite integral, leite desnatado ou semidesnatado, do leite em pó integral ou leite em pó desnatado, ou até mesmo do soro de leite (COELHO, 2010).

Segundo Sgarbieri (2012) o leite é um produto obtido das glândulas mamárias e constitui o primeiro e único alimento dos mamíferos de todas as espécies, nos primeiros anos de vida, tratando-se de um líquido opaco esbranquiçado, fisicamente constituído de duas fases: a dispersa e a dispersante.

A composição do leite cru e de seus derivados, rico em nutrientes essenciais para o crescimento, principalmente para crianças e jovens, torna este um dos alimentos mais importantes da dieta humana (CAMPOS et al., 1998).

Segundo Walstra et al. (2006) *apud* Tagliari (2011), as composições de leite integral, semidesnatado e desnatado podem ser observadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição do leite integral, semidesnatado e desnatado.

Componente	Leite Integral (g/100 g)	Leite Semidesnatado (g/100 g)	Leite desnatado (g/100 g)
Umidade	87,10	89,98	91,37
Proteína	3,30	3,30	3,30
Gordura	4,00	1,60	0,10
Carboidratos	4,60	4,70	4,80
Minerais	0,70	0,42	0,43

Fonte: Walstra et al. (2006) *apud* Tagliari (2011).

O leite destinado à fabricação do sorvete deve ser de ótima qualidade, apresentado características fundamentais como ausência total, ou presença mínima de substâncias estranhas, ausência de organismos patogênicos, isento de antibióticos etc.

O leite em pó é um produto lácteo obtido por meio do processo de desidratação do leite de vaca integral, desnatado ou semidesnatado, mantendo todas as propriedades desejáveis naturais do leite como cor, sabor, solubilidade e propriedades, apresentando inúmeras vantagens em relação ao leite fluido, por exemplo, maior facilidade de armazenamento e de transporte de grandes quantidades de produto (KREY; SOUZA, 2009).

De acordo com Winton (1937) *apud* Coelho (2010), algumas legislações recomendam o uso do leite em pó em formulações de sorvetes como fonte de extrato seco desengordurado.

3.3.1.3 Soro de leite

O soro de leite pode ser definido como a parte líquida, de cor amarelo-esverdeado, resultante da coagulação do leite por ácido ou por enzimas proteolíticas (PENNA; ALMEIDA; OLIVEIRA, 2009).

De acordo com Serpa, Priamo e Reginatto (2009) estima-se que para cada 10 litros de leite coagulado na fabricação de queijos sejam produzidos de 6 a 9 litros de soro, dependendo do tipo de queijo.

Segundo Matos (2009) devido à sua composição, principalmente o teor de lactose, o soro de queijo causa um grande impacto ambiental, caso seja descartado sem tratamento

prévio, devido a sua elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), já Pagno et al. (2009) ressalta que mais da metade do total de leite utilizado para fabricação de queijo é na verdade soro, sendo sua utilização muito recomendada. Afirmam Silva, Bolina e Antunes (2006) *apud* Coelho (2010), que países como os Estados Unidos, Austrália, Canadá, Nova Zelândia e nações da União Europeia processam o soro de leite reconhecendo-o como ingrediente funcional e agregando valor à linha de produção da indústria láctea.

Inicialmente, podem ser obtidos dois tipos de soro: o ácido e o doce. O tipo doce é o predominante (ANTUNES, 2003). O pH do soro doce é ligeiramente menor que o do leite fresco, variando de 5,9 a 6,6 (BALDASSO, 2008). Segundo Pereda et al. (2005), no soro doce o pH varia entre 5,5 - 6,6 e no soro ácido de 4,5 - 5,5. Com o domínio de novas tecnologias, o soro e suas frações estão se tornando ingredientes alimentares muito diferenciados e valorizados, além de representar excelente fonte de proteína, oferecendo uma gama de benefícios funcionais em suas aplicações na indústria alimentícia (BORGES, 2000). Segundo Pereda et al. (2005) a composição média do soro doce e ácido pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5 - Composição nutricional do soro doce e ácido.

Componente	Soro doce (%)	Soro ácido (%)
Proteína	0,8	0,7
Lactose	4,9	4,4
Minerais	0,5	0,8
Gordura	0,2	0,04
Água	93	93,5

Fonte: Pereda et al. (2005).

O soro de leite, que outrora era descartado com consequências indesejáveis como poluição das águas, geração de odor desagradável, bem como o comprometimento da estrutura físico-química do solo, é considerado um alimento muito rico por possuir mais da metade dos nutrientes do leite, além de representar aproximadamente 90% do seu volume (CHAVES; CALLEGARO; SILVA, 2010; JELICIC; BOZANIC; TRATNIK, 2008; SINHA et al., 2007; SILVA, 2013b).

Em geral, o soro de leite contém em média 93% de água, 5% de lactose, 0,9 a 0,7% de proteínas, 0,5 a 0,3% de gordura, 0,2% de ácido láctico, e ainda, a maioria dos minerais e vitaminas hidrossolúveis. O componente mais valioso no soro são as proteínas, porém, estas se encontram em concentrações reduzidas no soro líquido, para tanto, tornam-se necessárias algumas etapas de concentração do soro, para que as propriedades funcionais

sejam ressaltadas, como por exemplo, solubilidade, emulsificação e formação de espuma (PAGNO et al., 2009).

A fração proteica contém, aproximadamente, 50% de β -lactoglobulina, 25% de α -lactoalbumina e 25% de outras frações proteicas, incluindo imunoglobulinas e soroalbumina bovina (FITZSIMONS; MULVIHILL; MORRIS, 2007; HA; ZEMEL, 2003).

As proteínas do soro apresentam propriedades funcionais e são de grande interesse para a indústria alimentícia, como a solubilidade em ampla faixa de pH, alta capacidade de retenção de água e propriedades emulsificantes semelhantes aos tradicionais, podendo ser uma alternativa para a substituição de gorduras (CHATTERTON et al., 2006; RODRIGUES et al., 2006; CAPITANI et al., 2005).

Segundo Antunes (2003), a β -lactoglobulina possui excelentes propriedades gelatinizantes, a α -lactoalbumina tem a capacidade de formar espuma similar a clara do ovo, a lactoferrina e a lactoperoxidase apresentam propriedades bacteriostáticas.

Pesquisas indicam que o soro pode ter uma importante contribuição na nutrição esportiva (altos níveis de aminoácidos essenciais), controle do peso corporal (reguladores do metabolismo lipídico), saúde cardíaca, cicatrização de feridas, aprendizagem, envelhecimento e construção óssea. Dentre as funcionalidades, pode-se destacar seu poder antioxidante, anti-hipertensivo, antitumoral, hipolipemiante, antiviral e antibacteriano (KLEIBEUKER, 2009).

Segundo Magenis et al. (2006), a utilização do soro permite o aproveitamento das propriedades funcionais de suas proteínas, pois representam de 12 – 15% do extrato seco do soro, além de serem conhecidas por seu alto valor nutricional. Com relação à lactose do soro de leite, Pereda et al. (2005) afirmam que esta pode ser utilizada com substrato para a fermentação obtendo diversos produtos de aplicação industrial, pela ação de bactérias e leveduras.

Na fabricação do sorvete, o soro de leite pode substituir uma parcela do leite desnatado, possibilitando melhorar as propriedades funcionais, auxiliar na viscosidade, solubilidade, emulsificação, estabilidade, à formação de espumas estáveis e aumentar a aeração do produto, além de reduzir o custo final do produto (ANTUNES, 2003; CALDEIRA et al., 2010, FEITOSA, 2012; KRÜGER et al., 2008).

O único argumento negativo em relação ao soro refere-se à adição excessiva deste composto, o que ocasionaria arenosidade e gosto residual, prejudicando a qualidade do produto final, entretanto, muitas pesquisas de avaliação sensorial são realizadas para verificar qual a porcentagem exata de substituição do leite desnatado por soro para que tal modificação não proporcione rejeição pelos consumidores (FEITOSA, 2012).

A substituição de leite por soro em produtos como iogurte ou bebidas lácteas provoca excessiva redução na concentração de sólidos totais, resultando em uma menor consistência bem como um maior índice de fluidez (GAUCHE et al., 2009).

Os níveis recomendáveis de adição de soro em pó em produtos lácteos estão em torno de 1 - 2%, sendo que teores superiores a esses níveis podem comprometer as propriedades sensoriais como o sabor (GONZALEZ-MARTINEZ et al., 2002).

O desenvolvimento de mercados utilizando o soro de leite em pó e frações de soro como ingredientes nos produtos alimentícios para consumo humano transformou o então subproduto em um produto valioso para a indústria de laticínios e queijos (NIRO, 2011).

O soro de leite em pó é obtido através da desidratação do soro liberado na fabricação de queijos. Primeiramente, é concentrado por evaporação e desidratado por atomização em câmaras de secagem apropriadas sendo em seguida destinado ao uso industrial (ELEGÊ, 2011).

3.3.1.4 Fruto-oligossacarídeo – FOS

Para BRASIL (2008), a alegação aprovada pela ANVISA para FOS é a sua contribuição para o equilíbrio da flora intestinal, associado à alimentação equilibrada e a hábitos saudáveis. A porção do produto pronto para o consumo deve fornecer no mínimo 3g de FOS se o alimento for sólido e 1,5 g se o alimento for líquido. A segurança dos FOS (oligofructose) para aplicação em alimentos foi avaliada por muitos órgãos regulatórios em todo o mundo e a evidência experimental *in vivo* não demonstrou quaisquer efeitos tóxicos. Entretanto, o uso desse ingrediente não deve ultrapassar 30 g na recomendação diária do produto pronto para consumo, conforme indicação do fabricante.

A ingestão de 20 - 30 gramas por dia geralmente desencadeia o início de um desconforto severo no indivíduo, sendo o ideal seguir as doses recomendadas de cerca de 10g/dia/pessoa (TUOHY et al., 2005).

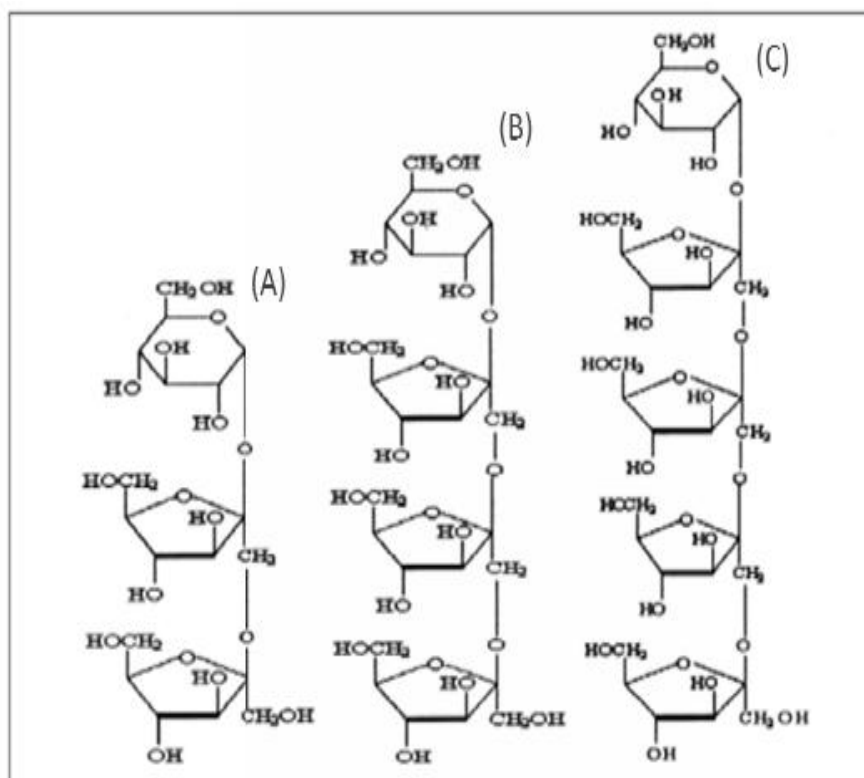
Entre os oligossacarídeos de ocorrência natural, os fruto-oligossacarídeos (FOS) são os principais compostos reconhecidos e utilizados em alimentos aos quais atribuem propriedades prebióticas (NITSCHKE; UMBELINO, 2002).

O principal interesse na utilização dos fruto-oligossacarídeos (FOS) como ingredientes nos alimentos, ocorre em virtude das suas propriedades fisiológicas (BURKERT, et al., 2012). Crittenden e Playne (1996) afirmam que os fruto-oligossacarídeos (FOS) constituem uma das maiores classes de oligossacarídeos bifidogênicos.

Os FOS são frutanos do tipo inulina com grau de polimerização inferior a 10, sintetizados a partir da sacarose. Essas moléculas de sacarose são compostas de duas ou três subunidades de frutose adicionais, incorporadas enzimaticamente, através de ligação β (2,1) à subunidade frutose da sacarose (CARABIN; FLAMM, 1999; BIEDRZYCA; BIELECKA, 2004).

FOS é o nome comum dado apenas a oligômeros de frutose que são compostos de 1-kestose (GF2), nistose (GF3) e frutofurasonil nistose (GF4), em que as unidades de frutose (F) são ligadas na posição β -2,1 da sacarose (Figura 1), o que os distingue de outros oligômeros (PASSOS; PARK, 2003; TUOHY et al., 2005) e, de acordo com Van Loo et al. (1995) sua fórmula pode ser descrita como GF_n, onde G representa a molécula de glicose; F a molécula de frutose e o “n” o número de unidades de frutose.

Figura 1- Estrutura química dos principais fruto-oligossacarídeos: (A) 1-kestose, (B) nistose e (C) frutofuransil nistose.



Fonte: Passos e Parker (2003).

Os fruto-oligossacarídeos (FOS) são açúcares não convencionais, não metabolizados pelo organismo humano e não calóricos. São considerados prebióticos uma vez que promovem seletivamente o crescimento de probióticos como *Acidophilus* e *Bifidus*. Essa característica faz com que os FOS promovam uma série de benefícios à saúde humana, desde

a redução de colesterol sérico até o auxílio na prevenção de alguns tipos de câncer. Estes são importantes principalmente por suas propriedades funcionais, mais do que pela sua doçura (PASSOS; PARK, 2003).

Diversos efeitos benéficos à saúde são atribuídos à sua ingestão, como por exemplo, prevenção de cáries dentárias, redução nos níveis séricos de colesterol total e lipídios, estímulo do crescimento de bifidobactérias no trato digestivo, diminuição do pH do intestino grosso, destruição de bactérias putrefativas, diminuição no número de bactérias nocivas (como *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Streptococcus faecalis* e *Proteus*), aumento da digestão e metabolismo da lactose, aumento de reciclagem de compostos como o estrógeno, aumento da produção de compostos imunoestimulantes, acne, cirrose hepática, constipação, intoxicação alimentar, diarreia associada a antibióticos, distúrbios digestivos, alergias e intolerâncias a alimentos e gases intestinais (PASSOS; PARK, 2003; YUN, 1996).

Ooi e Liong (2010) observaram que prebióticos como a inulina e o FOS contribuem para o controle da hipercolesterolemia através da redução da absorção de colesterol sendo excretado nas fezes e pela produção de ácidos graxos de cadeia curta mediante fermentação seletiva por microflora bacteriana intestinal. Resultados semelhantes foram encontrados por Lemos (2008), onde as bactérias lácticas e as bifidobactérias reduziram o colesterol sérico total e aumentaram a razão HDL:LDL.

Segundo estudo realizado por Lobão (2008), o uso de simbiótico em pó, composto pela associação da fibra prebiótica (fruto-oligossacarídeo) com quatro tipos de cepas probióticas (*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum*) administrado a atletas de futebol, acelera os ganhos relativos ao aumento de massa magra e reduz a gordura corporal, objetivados pelo treinamento físico.

Bouhnik (1996) demonstrou que a ingestão de FOS, em doses de 12,5 g/dia durante três dias produz decréscimo na contagem de anaeróbicos totais nas fezes, diminuição de pH, diminuição da atividade de nitrorredutases e dos níveis séricos de colesterol e de lipídios totais.

A fibra prebiótica oligofrutose, comercialmente conhecida como FOS, é utilizada na fabricação de sobremesas, com especial sucesso em combinações com frutas, melhorando a percepção bucal do aroma e sabor. Por outro lado, em sobremesas dietéticas, a oligofrutose contribui para reduzir a percepção residual de edulcorantes artificiais (FRANCK, 2008).

Segundo Toneli et al. (2008), o FOS é amplamente utilizado em produtos alimentícios devido aos seus benefícios tecnológicos como substitutos do açúcar, agente espessante e umectante, características que permitem sua aplicação em vários alimentos como

sorvetes, sobremesas lácteas, biscoitos, produtos de panificação, néctares e outros. Também pode ser usado para diminuir a temperatura de alimentos congelados, e controlar a intensidade de dourar, devido a reações de Maillard em comidas processadas pelo calor.

O FOS também promove uma capacidade de retenção de umidade e baixa atividade de água, conveniente para controlar a contaminação microbiana (MUSSATTO; MANCILHA, 2007).

Podem ser encontrados como componentes naturais em aspargos, beterraba, alho, chicória, cebola, alcachofra de Jerusalém, trigo, mel, banana, cevada, tomate e centeio (GRAJEK; OLEJNIK; SIP, 2005; FORTES, 2006).

O aumento do emprego do FOS na fortificação de alimentos decorre das suas características de fibra, além de não interferirem nas propriedades sensoriais dos produtos. Praticamente, todo alimento que contém carboidrato pode ser suplementado com FOS (MANNING; GIBSON, 2004).

O desenvolvimento de sorvetes com redução de energia é importante, tendo em vista o fato de que esses produtos predominantemente lácteos serem sobremesas reconhecidamente calóricas. Devido à sua curta cadeia e baixo peso molecular, o FOS é mais utilizado como substituto do açúcar, possuindo características próximas aos xaropes de glicose e ao próprio açúcar, embora, com propriedades nutricionais totalmente diferentes. A doçura do FOS equivale aproximadamente a 30 - 50% da sacarose, por isso é difícil utilizá-lo como substituto do açúcar sendo necessário o uso em conjunto com um edulcorante (NINESS, 1999; COUSSEMENT, 1999; FRANK, 2002).

3.3.1.5 Polpa de fruta

Para obter um melhor resultado ao utilizar polpa de frutas, além de aroma, não se deve incorporá-la ao sorvete, da mesma forma em que são recebidas (SORVEMIX, 2013).

É recomendável a mistura com açúcar (12 a 35% do peso total da fruta) um dia antes de sua utilização, no mínimo, e armazenada a 4 ou 5 °C. Durante esse tempo, a maior parte do suco e do sabor próprio da fruta combinam-se com o açúcar, produzindo um xarope saborizado que apresenta melhor rendimento do que usando a fruta fresca (ARBUCKLE, 1986).

As indústrias de laticínios utilizam o ingrediente denominado tecnicamente de “preparado de fruta” na elaboração de iogurtes com frutas e bebidas lácteas, conferindo a estes, principalmente as características de sabor, aroma, coloração e pedaços de frutas. Os

principais ingredientes agrupados que formam o “preparado de fruta” são: fruta (suco, polpa refinada ou polpa em pedaços), açúcar (veículo e sólidos), estabilizantes, corante (padrão de cor) e aromatizante (padrão de sabor e aroma) (FRUTTAVIVA, 2014).

A umbu-cajazeira, também denominada de cajá-umbu, é uma árvore pertencente à família *Anacardiaceae* Lindl., gênero *Spondias* L., que ocorre ao lado do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) no semi-árido nordestino (Figura 2). Apresenta copa globular, achatada, com altura entre 6 e 8 m e diâmetro que pode alcançar 20 m, sendo o formato da planta parecido com o do umbuzeiro, embora apresente diâmetro de copa visivelmente superior (CARVALHO et al., 2008).

Apesar de ocorrer comumente em áreas semi-áridas, a umbu-cajazeira também é encontrada em regiões litorâneas, que são mais úmidas, provavelmente em decorrência de movimentos antrópicos, em vista das características organolépticas de seus frutos (CARVALHO et al., 2008; LIRA JUNIOR et al., 2008).

Em virtude de não apresentar espécie botânica definida, é denominada de *Spondias* spp (LIRA JUNIOR et al., 2008).

Figura 2 - Fruto do cajá-umbu.



Fonte: <http://frutily.com.br>

A floração ocorre nos meses de novembro a dezembro e a frutificação de março a maio, geralmente com três safras. O fruto é do tipo drupa, com um caroço interno ou endocarpo, e formato que varia entre redondo, ovalado e piriforme. A casca é lisa, pouco espessa e de coloração variando de amarelo a verde-amarelado quando maduro (RITZINGER; SOARES FILHO; CASTELLEN, 2008).

A caracterização físico-química e mineralógica da polpa dos frutos da umbu-cajazeira, provenientes do Recôncavo Sul da Bahia, pode ser observada na Tabela 6.

Tabela 6 - Características físico-química e mineralógica da polpa dos frutos da umbu-cajazeira, provenientes do Recôncavo Sul da Bahia.

Característica físico-química e mineralógica	Concentração (média de 100 frutos)
pH	2,40
Acidez titulável em ácido cítrico (%)	1,32
Sólidos solúveis (°Brix)	10,00
<i>Ratio</i> (SS/AT)	7,57
Umidade (%)	91,30
Proteína (%)	0,63
Lipídios totais (%)	0,11
Cinzas (%)	0,99
Fibra bruta (%)	1,36
Açúcares totais (%)	7,49
Açúcares redutores (%)	4,12
Açúcares não redutores (%)	3,20
Vitamina C (mg/100 g)	8,00
Amido (%)	0,56
Cálcio (mg/100 g)	12,25
Fósforo (mg/100 g)	17,76
Ferro (mg/100 g)	0,59
Potássio (mg/100 g)	44,00
Sódio (mg/100 g)	40,00

Fonte: Santos (2009).

*SS (Sólidos solúveis) e AT (Acidez titulável).

O fruto cajá-umbu (*Spondias* spp) assume posição de destaque no tocante ao aspecto comercial em função do aroma, sabor e palatabilidade que oferece ao ser degustado nas mais variadas formas (SANTOS, 2009).

A umbu-cajazeira, a exemplo das outras *Spondias*, é explorada economicamente com base em seus frutos, que são normalmente consumidos ao natural. Novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas para um aproveitamento mais rentável dos frutos em escala industrial, como a elaboração de suco, polpa congelada, sorvete, licor, xarope, geleia e/ou doce e umbuzada (CARVALHO et al., 2008; COELHO et al., 2007).

O uso de polpa de cajá-umbu em bebidas lácteas fermentadas é uma opção interessante na região Nordeste, devido à larga produção e pouco aproveitamento dos frutos, sendo esta uma forma de aproveitá-la em um novo processo.

3.3.1.6 Ar e água

Na fabricação de sorvetes e *frozen* o ar entra com aproximadamente 50% em volume no produto congelado. A incorporação de ar na massa, chamado *overrun* durante o batimento e congelamento é o indicador de rendimento da produção. Quanto maior for o *overrun*, mais leve e suave o sorvete se torna, o mesmo ocorre com o *frozen* (TAMIME; ROBINSON, 2007 *apud* CHINELATE, 2008).

Um sorvete com muito ar tem consistência de espuma, e se tem pouco ar, a massa é pesada. Um alto conteúdo de sólidos normalmente justifica um maior *overrun* (ARBUCKLE, 1986).

Apadhya (1996) orienta recordar que os valores de *overrun* para sorvetes a base de leite, que oferece maior garantia de uma estrutura correta fica entre 35 - 45%.

A etapa de incorporação de ar é uma das etapas mais importantes da fabricação de sorvetes, uma vez que influencia diretamente em sua qualidade e rendimento, e deve ser mantida nos padrões da legislação que está atrelado à densidade do produto, que para ser caracterizado sorvete deve ter 475 g/L (BRASIL, 2005c).

Segundo Pereda et al. (2005), as bolhas de ar possuem três funções especiais pois tornam o sorvete mais leve, proporcionando maciez, tornam o produto deformável a mastigação e atuam como isolante do frio intenso.

A água constitui ingrediente fundamental para preparo da calda, entrando com a maior proporção, seja diretamente ou na forma de leite *in natura* (CHINELATE, 2008).

Pereda et al. (2005) preceitue que os cristais de gelo são indispensáveis para dar consistência e sensação de frescor, porém, não devem ser grandes demais para evitar a sensação de arenosidade na boca.

3.3.1.7 Estabilizantes e emulsificantes

Os estabilizantes são geralmente carboidratos de cadeia longa, responsáveis pela elevação da viscosidade da porção não congelada de água do sorvete, mantendo-a nessa condição e resultando em um produto tanto firme como mastigável (GOFF; VERESPEJ; SMITH, 1999). Eles formam uma estrutura capaz de manter juntas substâncias menores nos alimentos, formando um produto mais estável (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Os estabilizantes são úteis durante a estocagem congelada do sorvete, já que a remoção de água durante essa etapa conduz a um aumento natural na concentração de

polissacarídeos da fase soro, retardando o crescimento dos cristais de gelo (GOFF, 2005). Geralmente são utilizados dois ou mais estabilizantes em combinação em misturas comerciais já formuladas, baseadas nas características de cada tipo de sorvete, para permitir o sinergismo das propriedades de cada um, promovendo a sua efetividade (GOFF; VERESPEJ; SMITH, 1999).

A utilização de estabilizantes em sorvetes oferece algumas vantagens dentro das quais convém ressaltar as seguintes (SORVETE E CASQUINHAS, 2009):

- Aumentar a viscosidade do mix;
- Melhorar a incorporação do ar e a distribuição das células de ar;
- Melhorar o corpo e a textura;
- Melhorar a estabilidade durante o armazenamento, retardando o crescimento dos cristais de gelo e lactose;
- Melhorar as propriedades de fusão e derretimento.

A própria proteína do leite é um estabilizante/espessante. As gomas e a gelatina são utilizadas como espessantes/estabilizantes, conferindo-lhes aumento na consistência e redução da sinérese (MANZANO et al., 2008). Gomas como carragena, xantana, carboximetilcelulose estão entre os principais estabilizantes utilizados na formulação de sorvetes (CRUZ et al., 2011a).

A carboximetilcelulose (CMC) está sendo utilizada como uma alternativa ao amido nos produtos alimentares devido às suas vantagens tecnológicas e nutricionais (BAYARRI; CHULIÁ; COSTELL, 2010).

Funcionam em grande escala, como estabilizantes em sorvetes proporcionando boa textura e corpo com boas propriedades de fusão (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010). A goma guar é uma goma natural capaz de fornecer dispersões de alta viscosidade mesmo em baixas concentrações (SANDOLO et al., 2009; RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

Os emulsificantes são compostos que auxiliam no desenvolvimento da estrutura dos glóbulos de gordura e na distribuição das bolhas de ar na matriz do sorvete, promovendo uma textura suave e adequada ao derretimento. Devido a sua natureza hidrofílica - hidrofóbica, eles residem na interface entre a gordura e a água, reduzindo a tensão superficial e substituindo a proteína, que resulta em uma estabilização das bolhas de ar oriundas do batimento (GOFF, 2005).

Geralmente, na forma de ácidos graxos, propiciam maior firmeza ou corpo e reduzem o tempo de agitação/chicoteamento da mistura. Embora os produtos lácteos possuam

naturalmente estabilizantes e emulsificantes, pequenas quantidades são normalmente adicionadas, representando apenas 0,5% a 0,6% de toda a mistura (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010). Normalmente são utilizados nas sobremesas geladas como o *frozen* os emulsificantes monoesterato de sorbitana (ET.XII) e o polissorbato 60 (ET.XIV), vendidos comercialmente combinados com estabilizante mono e diglicerídeos adicionados. Apresentam-se na forma de uma pasta, de aspecto gorduroso, com odor adstringente. É insípida, mas se adicionada em abundância, provoca sabor desagradável ao produto final (CORTE, 2008). Um dos emulsificantes mais usados na produção de sorvetes no Brasil é o EMUSTAB, que é união do emulsificante com o estabilizante, produto à base de monoglicerídeos, monoestearato de sorbitana e polissorbato 60.

3.3.1.8 Saborizantes e aromatizantes

Para que seja obtido o sabor adequado do *frozen*, recorre-se a uma grande variedade de aromas naturais. Os mais utilizados são os aromas próprios de frutas frescas e também de muitas das exóticas, contribuindo para o desenvolvimento e intensidade do sabor no produto final (CRUZ et al., 2011a).

Os corantes e acidulantes são adicionados para realçar a cor e o sabor, respectivamente, padronizando o produto e proporcionando aspecto desejado, podendo todos eles serem naturais ou artificiais. Os acidulantes contribuem ainda para a sensação de frescor na boca ao abaixar o pH da mistura (PEREDA et al., 2005).

3.3.1.9 Açúcar

O açúcar propicia ao sorvete o ponto de congelamento e influencia no batimento da mistura. O mais utilizado é a sacarose, cuja função principal é conferir a doçura e contribuir com maior quantidade de sólidos à mistura, valor nutritivo e energético, os quais são de vital importância a textura, tornando-a fina, proporcionando cremosidade, maciez e aspecto geral ao sorvete aumentando a aceitabilidade do produto, evitando a formação de cristais de gelo e a cristalização da sacarose, tornando-o agradável ao paladar realçando seu sabor, melhorando o batimento do mix e realçando os aromas (CHINELATE, 2008; SORVETES E CASQUINHAS, 2012).

Os açúcares são componentes incongeláveis, atuam retardando o congelamento e, portanto, “opostos” ao processo de congelamento. Além disso, de acordo com sua origem,

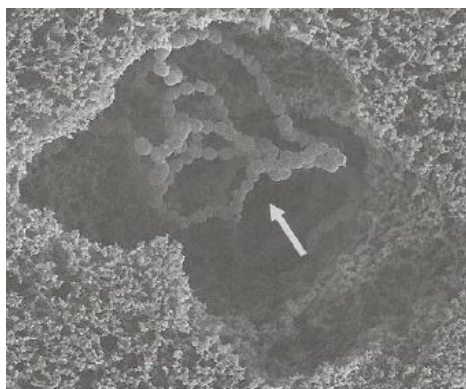
atuam como modificadores do processo de congelamento. Pode-se definir que uma consistência adequada e uniforme nos sorvetes pode ser obtida quando as soluções a serem congeladas se encontram com valores de açúcares totais mínimos de 18%, dependendo logicamente da porcentagem dos outros ingredientes que constituem a mistura e que, de certa forma, os modificam, como ocorre com a gordura, os sólidos não gordurosos e os estabilizantes. A inclusão de xarope de glicose ou dextrose, em substituição de 20 a 25% de açúcar comum ou sacarose, tem por objetivo melhorar as condições de cristalização (SORVETES E CASQUINHAS, 2012).

3.3.1.10 Fermento lácteo

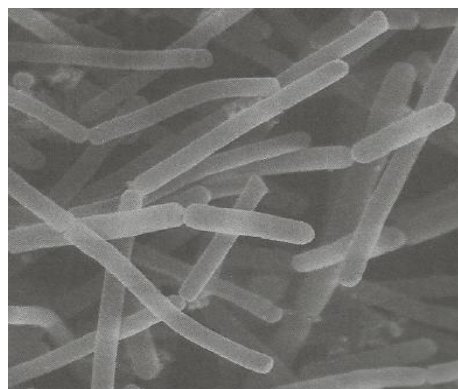
O fermento lácteo tem como principal função a acidificação, melhorando na textura e no desenvolvimento do sabor. As bactérias ácido-láticas têm sido o principal grupo de microrganismos empregados na indústria de leites fermentados, ou seja, compreende microrganismos que podem apresentar diferentes características, quanto à fisiologia, podem ser mesofílicos (com atividade metabólica ótima entre 20 e 30 °C) ou termofílicos (com atividade metabólica ótima entre 37 e 45 °C); quanto à morfologia, podem possuir a forma de cocos ou bastonetes (TAMIME, 2006).

O desempenho das bactérias ácido-láticas pode ser afetado por fatores intrínsecos ou extrínsecos. Dentre os fatores intrínsecos estão as características genéticas, que se relacionam com reações enzimáticas essenciais ao metabolismo celular e a produção de exopolissacarídeos (EPS). Como fatores extrínsecos, podem ser citadas as condições ambientais que influenciam o estado fisiológico da cultura (CHANDAN et al., 2006).

O *Streptococcus thermophilus* (Figura 3) é a única espécie do gênero empregada na produção de alimentos, que produz ácido láctico na forma L (+) e está presente na composição da maioria dos fermentos termofílicos empregados na produção de diferentes tipos de queijos e leite fermentados. Juntamente com o *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (*L. bulgaricus*), entra na composição do fermento utilizado na fabricação de iogurte, cuja proporção entre as espécies no fermento é essencial na produção de acetaldeído, componente de sabor característico dessa bebida (FERREIRA, 2012). O *Streptococcus thermophilus* possui também importante função bioajustadora de pH em processos fermentativos, como na fabricação de produtos lácteos probióticos. Além disso, o *Streptococcus thermophilus* cresce mais rapidamente e produz ácido fórmico e dióxido de carbono. O ácido fórmico e o dióxido de carbono produzidos estimulam o crescimento do *Lactobacillus bulgaricus* (Figura 4).

Figura 3 - *Streptococcus salivarius* spp. *thermophilus*.

Fonte: Ferreira (2012).

Figura 4 - *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*.

Fonte: Ferreira (2012).

Metchnikoff (1910) afirma que a importância dos lactobacilos está na manutenção de uma microbiota intestinal equilibrada, elaborando a teoria da “longevidade”, pois a predominância desse gênero diminui os processos putrefativos, reduzindo o acúmulo de substâncias nocivas no trato gastrointestinal, o que promove uma vida mais saudável para o hospedeiro (FERREIRA, 2012).

Segundo Savadogo et al. (2006) os lactobacilos estão presentes na produção e preservação dos mais diversos tipos de alimentos, contribuindo na fermentação em produtos de origem vegetal e animal, acumulando ácido lático e/ou outros ácidos orgânicos, além de substâncias antimicrobianas de natureza proteica, como bacteriocinas.

A atividade proteolítica do *Lactobacillus bulgaricus* produz peptídeos e aminoácidos que estimulam o crescimento dos *Streptococcus*. É pelo fato deste efeito sinérgico favorável do crescimento conjunto que se utilizam misturas simbióticas. São esses microrganismos os responsáveis pela formação do aroma e textura típica do iogurte. Durante a fermentação, a mistura coagula causando uma diminuição do pH. A queda inicial do pH até cerca de 5 é provocada pela ação dos *Streptococcus*, enquanto que os *Lactobacillus* são responsáveis pela queda do pH até 4 (SORVETES E CASQUINHAS, 2008).

A presença desses microrganismos no leite fermentado destaca-se pela prevenção de diversos distúrbios, entre eles a digestibilidade à lactose. Esse açúcar presente em abundância em produtos lácteos pode induzir a fenômenos de intolerância à lactose nos consumidores com deficiência congênita de lactase, levando a cólicas abdominais, diarreia e flatulência. Esses sintomas aparecem com a ingestão de leite, mas são praticamente ausentes em leites fermentados. Isso se deve às bactérias vivas presente no leite fermentado, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, suplementando a deficiência de lactase

estimulando a produção endógena desta enzima pela mucosa intestinal do hospedeiro (OUWEHAND; SALMINEN; ISOLAURI, 2002; ROBERFROID, 2000).

3.3.2 Processo de fabricação

Em termos gerais, os vários estágios envolvidos no desenvolvimento dos diferentes tipos de *frozen* são similares ao do sorvete. As etapas para a fabricação de *frozen* de bebida láctea fermentada são bastante simples. O processo consiste em misturar a bebida láctea com polpa de frutas, estabilizantes, emulsificantes e açúcar. O congelamento da mistura se dá num congelador de sorvetes contínuo ou em batelada, convencional. A composição química da mistura da bebida láctea, frutas *in natura* ou polpa de frutas e temperatura de batimento condicionam as características físicas do tipo do *frozen* que se deseja obter. É recomendada a adição de polpa de fruta entre 20 a 35% na fabricação de *frozen* iogurte (TAMIME; ROBINSON, 2007 *apud* CORTE (2008).

O processo de fabricação de sorvete varia em consequência do estágio tecnológico e dos equipamentos utilizados, entretanto predominam as etapas básicas (GOFF, 2007):

- Preparação da mistura e combinação dos ingredientes: pesagem e mistura de ingredientes líquidos. Os ingredientes secos (açúcar, leite em pó desnatado, emulsificantes, soro em pó, estabilizantes) devem ser dissolvidos em água se adicionados;
- Pasteurização: rápido aquecimento da mistura até uma temperatura mínima de 90 °C, e manutenção desta por um período mínimo de tempo com a finalidade de destruição dos organismos patogênicos e de enzimas hidrolíticas, derretimento da gordura, diminuição da viscosidade, melhorando o sabor, aumentando a uniformidade e vida de prateleira;
- Homogeneização: reduz e uniformiza o diâmetro dos glóbulos de gordura, melhora a solubilização, textura e a capacidade de incorporar ar, diminui o período de maturação e a quantidade necessária de estabilizante;
- Resfriamento rápido: resfriamento rápido a 4 °C, evita viscosidade excessiva e crescimento bacteriano;
- Maturação: ocorre por horas para a solidificação de gordura, aumento da viscosidade, torna a textura mais macia, aumento do corpo e melhor capacidade de incorporação de ar;

- Batimento, acondicionamento, congelamento e estocagem: batimento rápido com agitação (*Overrun*), adição do emulsificante, embalado em freezer até completo congelamento e estocagem.

Durante a fabricação do *frozen* os ingredientes prebióticos devem ser adicionados junto com os demais ingredientes (CRUZ et al., 2011a).

3.3.3 Análise sensorial de produtos prebióticos

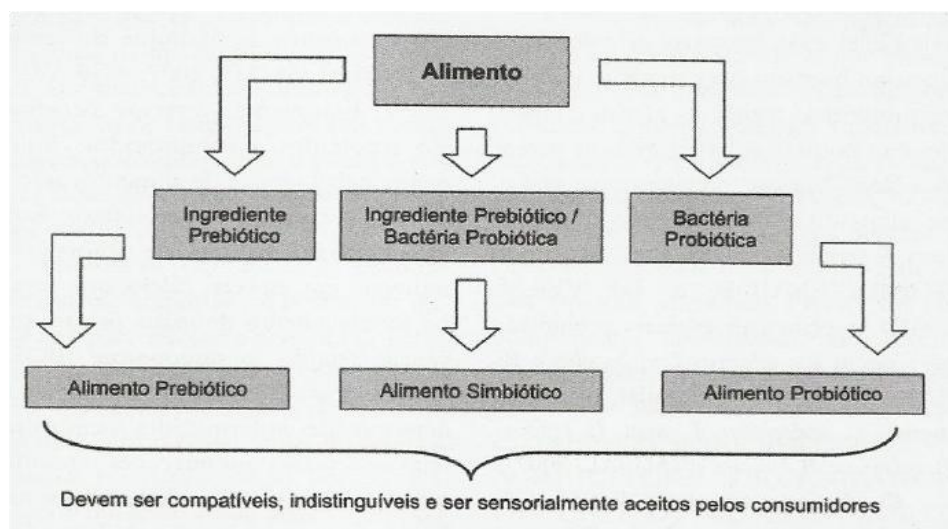
A análise sensorial pode ser definida como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, tato e audição (ABNT, 2014).

As características da qualidade de um produto como sabor, textura e aparência podem ser monitoradas através de uma avaliação sensorial que possa evocar, medir, analisar e interpretar as reações destas características nos alimentos e materiais percebidas pela visão, olfato, sabor e audição (DUTCOSKY, 2013).

O método de avaliação sensorial apresenta estreita relação com o controle de qualidade dos alimentos, tornando-se uma importante ferramenta na definição de propriedades efetivamente subjetivas e que são fundamentais para aceitação e preferência dos produtos pelos consumidores (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

Os leites fermentados apresentam o principal veículo para a incorporação de cultura probiótica ou ingrediente prebiótico. Do ponto de vista tecnológico, recentes estudos mostram que sorvetes podem apresentar vantagens em relação a esses tipos de produtos (CRUZ et al., 2009). Segundo Cruz et al. (2011b) os alimentos probióticos e prebióticos devem apresentar características sensoriais que possam ter boa aceitação por parte dos consumidores, especialmente quando comparados a alimentos que não estejam suplementados com esses microrganismos e ingredientes (Figura 5).

Figura 5 - Condição fundamental da suplementação de alimentos com ingredientes prebióticos e/ou bactérias probióticas.



Fonte: Cruz et al. (2011b).

Os métodos de avaliação sensorial são classificados em métodos discriminativos, descritivos e subjetivos (afetivos). Os métodos discriminativos estabelecem diferenças qualitativas e/ou quantitativas entre amostras. Nos métodos descritivos as características do alimento são descritas de maneira objetiva, podendo ser avaliadas sob ponto de vista qualitativo ou quantitativo. Já os métodos subjetivos, avaliam a opinião do consumidor através de sua preferência e/ou aceitação de um produto (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

No desenvolvimento de produtos prebióticos, a aplicação de testes discriminativos pode ser uma alternativa eficiente e rápida quando o objetivo é determinar se há ou não diferença sensorial entre um produto convencional e um suplementado com ingrediente prebiótico (CRUZ et al., 2011b).

A aceitabilidade é caracterizada por uma atitude positiva e/ou pela utilização atual do produto. Os testes afetivos também são denominados testes de consumidores observando que, a população alvo, é fator determinante para a estimativa de preferências, hábitos e atitudes de consumo (DUTCOSKY, 2013).

A aplicação desses testes é imprescindível para avaliar o potencial de comercialização desses produtos (CRUZ et al., 2011b).

Na determinação do grau de aceitação são utilizadas várias formas de escalas, destacando-se a escala hedônica, de nove pontos (classificada como teste de aceitação) que é muito utilizada nos estudos de preferência (DUTCOSKY, 2013; HEIN et al., 2008) e afirma

Meilgaard, Civille e Carr (2007) que essa escala mede o grau em que o consumidor gosta ou desgosta de um determinado atributo ou do produto como um todo.

Segundo Cruz et al. (2011b) com a adequada aplicação da metodologia sensorial específica, é possível se obter resultados importantes em relação ao alimento formulado, possibilitando o conhecimento prévio em relação à aceitação pelo mercado consumidor e/ou sobre características específicas ou perfil sensorial descritivo, tendo-se, assim, fundamentos para serem realizadas alterações, ou não, conforme a necessidade. De forma geral, a textura e o aroma são os atributos sensoriais mais influenciados, quando se adicionam ingredientes prebióticos na formulação do alimento.

Segundo Mohammadi et al. (2011) os consumidores não estão interessados em consumir um alimento funcional, se o ingrediente adicionado conferir sabor desagradável ao produto, mesmo que isso resulte em vantagens para a saúde. De maneira geral, a incorporação de ingredientes prebióticos em sorvetes exerce maior influência nos atributos de sabor e textura. É imprescindível a realização de análises sensoriais no desenvolvimento de produtos prebióticos a fim de proporcionar a obtenção de condições e conhecimentos reais na busca da formulação ideal para boa aceitação do consumidor.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados ensaios preliminares para adequação e ajuste da formulação controle do *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu, e de todos os processos (tempo e temperatura de fermentação e batimento). O processo de elaboração das formulações ocorreu entre os meses de agosto a dezembro de 2013, na Planta Piloto de Leite e Derivados do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus Limoeiro do Norte* e as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram realizadas nos laboratórios de Química de Alimentos, Microbiologia de Alimentos e Laboratório de Análise Sensorial da mesma instituição. A coleta de dados foi iniciada após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do IFCE sob registro nº 667.712 (ANEXO A), segundo a Resolução CNS 196/96. A pesquisa foi realizada com o Consentimento Livre e Esclarecido dos provadores, de acordo com o inciso III.3, alínea “g” da referida resolução.

4.1 Matéria-prima e ingredientes

A base láctea da formulação do *frozen* de bebida láctea fermentada foi composta por leite desnatado UHT, soro de leite em pó reconstituído, leite em pó desnatado e a cultura láctica comercial, contendo cultura tradicional para leite fermentado com duas espécies de bactérias lácticas – *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*. Para elaboração final do produto foram adicionados: preparado de fruta (polpa de fruta congelada de cajá-umbu, amido, açúcar refinado e corante artificial para fins alimentícios amarelo ovo), estabilizante Super Liga Neutra para sorvete, emulsificante/estabilizante Emustab e leite em pó integral. A fibra prebiótica utilizada foi o fruto-oligossacarídeo (FOS) Raftilose P95 (ANEXO B).

4.2 Método

4.2.1 Elaboração do *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica

Esta fase constou de duas etapas: a primeira foi a elaboração da base láctea e a segunda foi a adição de demais ingredientes para elaboração do *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu.

4.2.1.1 Elaboração da bebida láctea fermentada

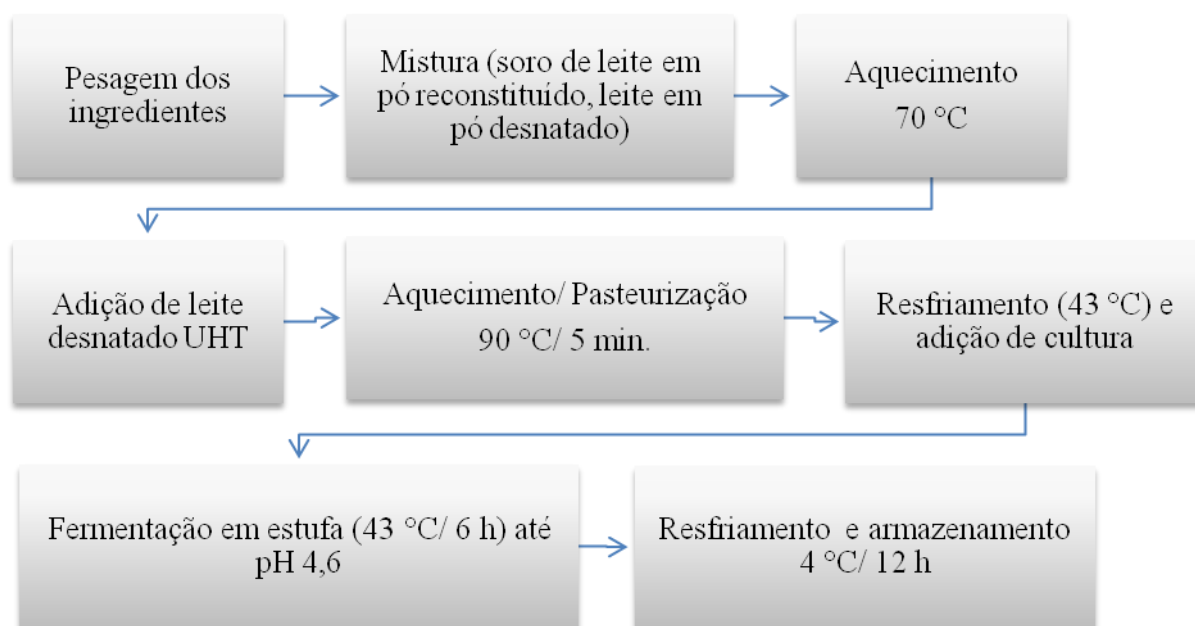
- **Preparação do cultivo lácteo (cultura *starter*):** Um envelope da cultura *starter* foi diluída em 500 mL de leite desnatado UHT (*Ultra High Temperature*) bovino, seguido de acondicionamento em garrafas plásticas, submetida a congelamento até o uso.
- **Processamento da bebida láctea fermentada:** O processamento da bebida láctea fermentada foi baseado na metodologia descrita por Frutuoso, Andrade e Pereira (2012) com algumas modificações (Figura 6). Após a pesagem dos ingredientes realizou-se a mistura de 54,0% de leite desnatado UHT, 36,0% de soro de leite em pó reconstituído e 7,0% de leite em pó desnatado (Tabela 7). A mistura foi pasteurizada a 90 °C por 5 minutos, com o intuito de evitar contaminações por parte dos ingredientes adicionados (leite em pó e soro de leite em pó reconstituído) e resfriada até 43 °C, sendo então adicionado 3,0% do cultivo lácteo de inoculação direta. Em seguida, foi realizada homogeneização e as formulações iniciais foram incubadas em estufa de incubação a 43 °C por um período médio de 5 horas. Durante o período de incubação a bebida láctea fermentada foi submetida a medição do valor do pH, a cada hora (duplicata), em porções destinadas somente a esta análise, para obtenção do tempo de fermentação, até as amostras atingirem pH 4,6. Este valor de pH foi determinado considerando as características sensoriais e de conservação do produto. Após a fermentação, a bebida láctea foi mantida sob refrigeração (geladeira) à temperatura de 4 ± 1 °C, por 12 horas, para maturação, até o momento de ser utilizada para elaboração do *frozen*.

Tabela 7 - Ingredientes utilizados na formulação da bebida láctea fermentada.

Ingredientes	Quantidade (%)
Leite desnatado UHT	54,0
Leite em pó desnatado	7,0
Soro de leite em pó reconstituído	36,0
Cultura láctea	3,0

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6 - Fluxograma de elaboração da base láctea do *frozen*: bebida láctea fermentada



Fonte: Frutuoso, Andrade e Pereira (2012).

4.2.1.2 Elaboração do *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu

Foram elaboradas três formulações de *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu. Para cada formulação foram adicionadas diferentes concentrações de FOS em substituição parcial a sacarose da formulação controle (Tabela 8).

Tabela 8 - Formulações de *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu.

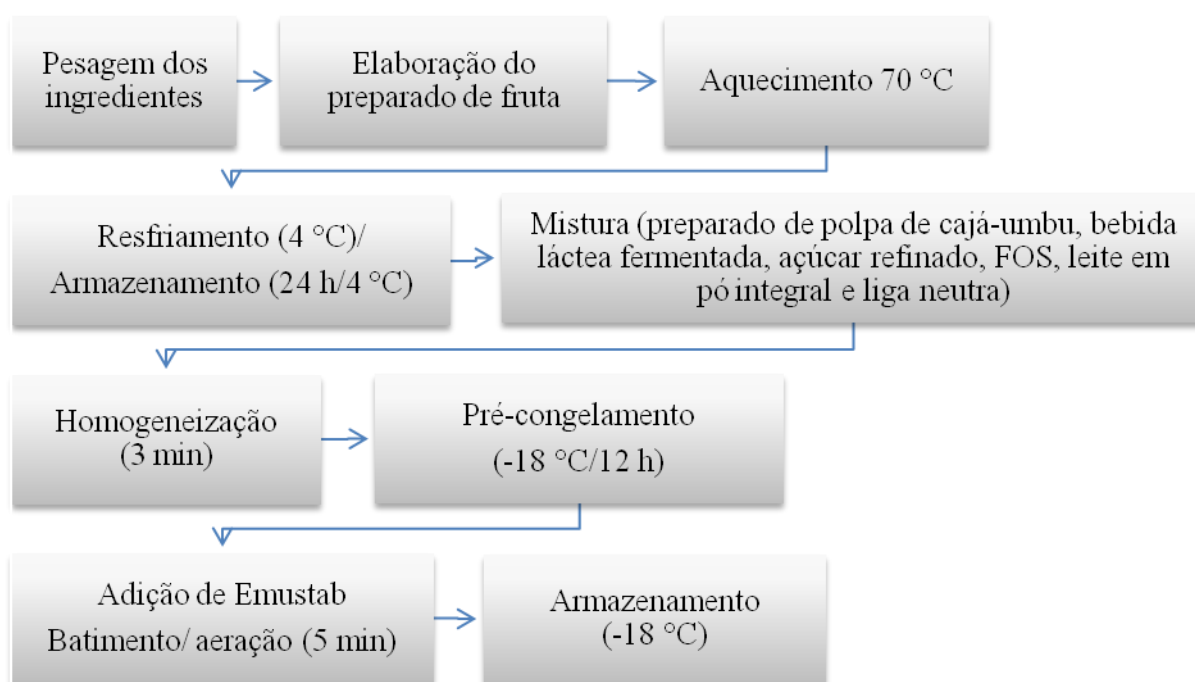
Ingredientes	Formulações de <i>frozen</i> de bebida láctea fermentada (%)		
	F1	F2	F3
Fibra prebiótica – FOS	0,00	3,00	6,00
Bebida láctea fermentada	51,00	51,00	51,00
Açúcar refinado	14,58	11,58	8,58
Leite em pó integral	2,40	2,40	2,40
Preparado de Polpa de Fruta	30,02	30,02	30,02
Estabilizante - Super Liga Neutra	1,00	1,00	1,00
Emulsificante/estabilizante – Emustab	1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborado pela autora.

Inicialmente, os ingredientes foram pesados, misturados e adicionados à base láctea, anteriormente preparada. Foi adicionado de liga neutra, preparado de fruta de cajá-umbu, leite em pó integral, açúcar e FOS. O preparado de fruta foi elaborado 24 h da utilização na elaboração do *frozen*, composto por uma mistura de 67% de polpa de fruta congelada, 29,98% de açúcar refinado, 3% de amido e 0,02% de corante alimentício.

Procedeu-se a homogeneização dos ingredientes em liquidificador industrial, durante 3 minutos. A calda base do *frozen* foi colocada em recipientes de polietileno com tampa e submetida ao congelamento (-18 °C) e maturação durante 12 horas. Uma vez maturada, a mistura foi acrescida de estabilizante/emulsificante (Emustab). Em seguida, realizou-se o batimento/aeração, em batedeira para incorporação de ar, por 5 minutos, sendo então acondicionada novamente em recipientes de polietileno (capacidade de 250 g) com tampa. Os recipientes foram identificados com códigos referentes a cada formulação do produto, e submetida ao congelamento final (-18 °C) (Figura 7).

Figura 7 - Fluxograma de elaboração do *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.2 Análises físico-químicas

Todas as análises foram realizadas com três repetições em triplicata nos laboratórios do IFCE - Campus Limoeiro do Norte.

4.2.2.1 Bebida láctea fermentada, soro de leite em pó e preparado de fruta de cajá-umbu

- **Bebida láctea fermentada e soro de leite em pó reconstituído**

As medidas dos valores de pH foram feitas em potenciômetro digital marca Hanna Instruments® modelo HI 7004L (IAL, 2008). As determinações dos teores de acidez, em termos de ácido láctico foram realizadas pela titulação ácido-alcalimétrica, usando-se fenolftaleína como indicador (IAL, 2008). Os teores de gordura foram determinados pelo método de Gerber (BRASIL, 1987). Os teores de umidade foram determinados pela secagem da amostra em estufa a 105 °C, até peso constante (IAL, 2008). As análises de proteínas foram realizadas baseando-se na determinação do nitrogênio pelo método de micro-Kjeldahal. O teor de proteínas foi calculado multiplicando-se o valor de nitrogênio por 6,38 (AOAC, 2000). A determinação das cinzas foi feita pela incineração da amostra em mufla a 550 °C, até peso constante (IAL, 2008). O teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre os sólidos totais e o somatório dos teores de umidade, gordura, proteínas e cinzas.

- **Preparado de fruta**

As medidas dos valores de pH foram realizadas em potenciômetro digital marca Hanna Instruments® modelo HI 7004L (IAL, 2008) e as determinações dos teores de acidez foram realizadas pela titulação ácido-alcalimétrica, usando-se fenolftaleína como indicador (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. O teor de sólidos solúveis foi determinado, utilizando-se refratômetro de bancada marca A-Krüß. Os resultados foram expressos em °Brix (AOAC, 2002). A atividade de água (A_w) foi determinada utilizando o equipamento Aqualab Lite®, marca Decagon Devices Inc (BrasEQ Brasileira de Equipamentos Ltda., Jarinu, SP, Brasil), com temperatura média de 23 °C. O teor de umidade foi determinado pela secagem da amostra em estufa a 105 °C, até peso constante (IAL, 2008). A determinação do teor de vitamina C foi obtida por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,02%) até coloração rósea claro permanente. Os resultados expressos em mg de ácido ascórbico em 100 mL⁻¹ da amostra (IAL, 2008). As análises de proteínas foram realizadas baseando-se na determinação do nitrogênio pelo método de micro-Kjeldahal. O teor de proteínas foi calculado multiplicando-se o valor de nitrogênio por 6,25 (AOAC, 2000). A determinação das cinzas foi feita pela incineração da amostra em mufla a 550 °C, até peso constante (IAL, 2008).

4.2.2.2 Composição centesimal e caracterização físico-química, reológica e valor energético total das formulações de *frozen* desenvolvidas.

Para a caracterização físico-química, os valores de pH, acidez expressa em % de ácido láctico, teor de cinzas, teor de umidade, sólidos totais, teor de proteínas, teor de lipídeos, teor de açúcares totais e não redutores em sacarose, sólidos solúveis, vitamina C, viscosidade, cor (L^* , a^* , b^*), teor de FOS, incorporação de ar (% *overrun*), densidade e valor energético total, foram de acordo com as seguintes metodologias:

- **Valor de pH**

O pH foi determinado utilizando-se o pHmetro digital, marca Hanna Instruments® modelo HI 7004L previamente calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0 a uma temperatura de $4 \pm 0,5$ °C. O eletrodo de vidro foi introduzido diretamente no interior da formulação (IAL, 2008);

- **Acidez titulável**

Foi determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1 N, expressa em % de ácido láctico (IAL, 2008);

- **Cinzas**

Determinada pelo método de incineração em forno mufla a 550 °C (IAL, 2008);

- **Umidade**

A determinação de umidade foi realizada a partir da determinação gravimétrica em estufa a 105 °C, até peso constante (IAL, 2008);

- **Sólidos totais**

O resíduo seco foi calculado subtraindo-se de 100 g da amostra o número de g de “umidade por cento” analisada (IAL, 2008).

- **Proteínas**

O teor de proteínas foi determinado pelo método Micro Kjeldahl (AOAC, 2000), usando o fator de conversão 6,38;

- **Lipídios**

O teor lipídico foi determinado pelo método de extração a frio Bligh-Dyer (AOAC, 1995).

- **Açúcares totais e não redutores em sacarose**

Os teores de açúcares total e redutor foram determinados pelo método de Lane-Eynon (IAL, 2008). O teor de açúcares não redutores em sacarose foi calculado pela Equação 01:

$$\text{Açúcares não redutores} = (\text{açúcares totais} - \text{açúcares redutores}) \times 0,95 \quad (01)$$

- **Sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis foi determinado, utilizando-se refratômetro de bancada marca A-Krüss. Os resultados foram expressos em °Brix (AOAC, 2002).

- **Vitamina C**

A determinação do teor de vitamina C foi obtida por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol-indofenol 0,02%) até coloração rósea-claro permanente. Os resultados expressos em mg de ácido ascórbico em 100 mL⁻¹ da amostra (IAL, 2008).

- **Viscosidade**

Para a determinação da viscosidade, foi utilizado viscosímetro digital rotativo microprocessado, modelo Q860M21 - Quimis com *splinde* nº 4 acoplado, sob velocidade de 30 rotações por minuto (rpm) e temperatura de 5 °C, sendo registrados os valores em centipascal (cPas).

- **Cor (L*, a*, b*)**

A cor foi determinada utilizando-se o colorímetro Chroma Meter CR-400/410 de 8 mm de diâmetro e iluminante padrão CIE C, da marca Konica Minolta Sensing (Tokio, Japão). O aparelho foi previamente calibrado em superfície branca de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE 1976 L*, a*, b* – CIELAB) utilizando o iluminante padrão CIE C (KONICA MINOLTA, 2002). Neste sistema de parâmetros podem ser definidos como (CAVALCANTE, 1995):

➤ L*: brilho ou clareza que varia de 0 (preto absoluto) oferece 100 (por branco absoluto);

➤ O parâmetro a^* : define a cor do objeto no eixo vermelho-verde. Se a^* for negativo, o objeto reflete no verde e amarelo-verde, se positivo, o objeto reflete no laranja e vermelho.

➤ O parâmetro b^* : descreve o fluxo do objeto no eixo amarelo-azul. Se b^* é superior a zero ($+ b^*$), isto significa que a cor amarela ao fim. Um valor inferior a zero, b^* ($b^* -$) indica que a cor próxima do azul.

• **Determinação de frutanos (FOS)**

Para determinar a concentração de fruto-oligossacarídeo adicionada ao produto foi utilizado o Kit da *Megazyme® (Fructan Assay Procedure Megazyme)*, que foi desenvolvido de acordo com o Método 999.03 da AOAC (2005). A quantificação de frutanos totais foi realizada por método espectrofotométrico de acordo com o método 999.03 da AOAC (2005), utilizando o kit enzimático Megazyme-Fructan HK (Megazyme International, Wicklow, Irlanda). O princípio consiste na hidrólise da sacarose e maltossacarídeos de baixo grau de polimerização, em frutose e glicose, utilizando-se uma enzima específica (sacarase/maltase). Após o ajuste do pH, faz-se a quantificação da glicose e da frutose liberada nessa etapa (A), através da leitura da absorbância (340 nm). Na sequência, parte da amostra é tratada com uma frutanasase purificada, com a finalidade de hidrolisar os frutanos em frutose e glicose (B). A glicose e a frutose presentes nesta alíquota são tratadas com a hexoquinase/fosfato-glicose isomerase/glicose 6-fosfato, e, posteriormente, quantificadas pela leitura da absorbância (340 nm). O frutano presente na amostra é determinado através da diferença entre os valores de B e A. Os valores são apresentados em percentuais.

• **Incorporação de ar (% overrun)**

Calculou-se o aumento do volume da calda inicial causada pela incorporação de ar segundo a equação 02 descrita por Mosquim (1999).

$$\% \text{ Overrun} = \frac{(\text{Volume final do sorvete} - \text{Volume inicial da calda})}{(\text{Volume inicial da calda})} \times 100 \quad (02)$$

• **Densidade aparente**

A densidade aparente foi calculada de acordo com o estabelecido na legislação brasileira RDC nº 266 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005c).

$$\text{Densidade aparente (g/L)} = (\text{peso do sorvete (g)} / \text{volume ocupado (L)}) \quad (03)$$

- **Valor energético total (VET)**

Para o valor energético total das formulações foram utilizados os fatores de conversão 4 kcal/g⁻¹ para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g⁻¹ para lipídeos, utilizando os valores em base úmida. O resultado foi expresso em kcal/100 g de produto (BRASIL, 2003).

4.2.2.3 Vida-de-prateleira das formulações de *frozen* desenvolvidas

Durante o período de armazenamento de 35 dias, no *freezer* à -18 °C, as amostras foram avaliadas nos dias 1, 7, 14, 21, 28 e 35 quanto ao valor de pH, acidez expressa em ácido láctico, vitamina C e determinação de células viáveis de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*. As análises de viscosidade e cor (L*, a*, b*) foram realizadas no tempo 1, 20 e 35 dias de armazenamento.

4.2.3 Análises Microbiológicas

Segundo a RDC nº12 de janeiro de 2001, as análises microbiológicas obrigatórias para a avaliação das condições higiênico-sanitárias de fabricação de gelados comestíveis são: Coliformes Termotolerantes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* (BRASIL, 2001).

A metodologia empregada para a contagem de coliformes termotolerantes com diferenciação em *E. coli* e de *Staphylococcus aureus*, foi o sistema Petrifilm™ CT, EC e STX (ANEXO C), respectivamente, conforme as instruções do fabricante.

As placas Petrifilm são sistemas prontos de meio de cultura que contém diferentes tipos de nutrientes, géis hidrossolúveis a frio, corantes e indicadores, adequado a cada tipo de microrganismo pesquisado. O sistema das placas Petrifilm melhora a eficiência, pois reduz a análise microbiológica a três etapas: inoculação, incubação e leitura (Figura 8).

Figura 8 - Procedimento de inoculação e contagem de colônias em placas 3M Petrifilm™®.



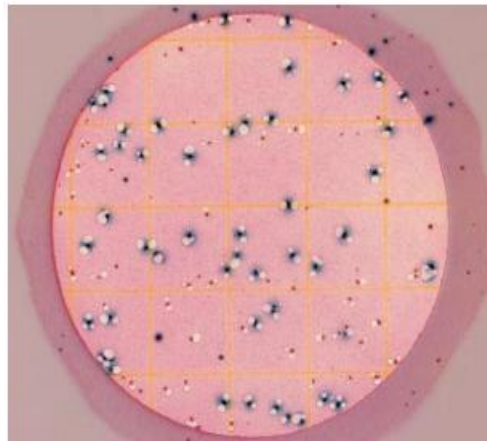
Fonte: 3M Microbiology Products, St.Paul, EUA (2014a).

O princípio de funcionamento das placas de Petrifilm™ é bastante simples, a água do inoculo reconstitui o meio de cultura desidratado e solubiliza os agentes geleificantes presentes na placa e na película plástica. Após a geleificação do meio de cultura, as placas podem ser incubadas na posição horizontal e com a superfície transparente para cima, com empilhamento máximo de 20 placas. Em função dos corantes indicadores presentes no meio, as colônias que se desenvolvem são coloridas. Assim sendo, a contagem pode ser feita manualmente ou utilizando-se o contador de colônias (FRANCO, 1994).

- **Pesquisa de coliformes termotolerantes com diferenciação em *Escherichia coli***

Para o preparo da amostra utilizou-se uma diluição 1:10. Pesou-se a amostra em um erlenmeyer contendo solução salina 0,85% estéril. A diluição foi ajustada para pH entre 6,6 - 7,2 com adição de NaOH 1N. Com a pipeta posicionada perpendicularmente à placa Petrifilm™, foi inoculado 1,0 mL da diluição desejada no centro do filme inferior e, cuidadosamente, foi posicionado o filme superior de forma a evitar a formação de bolhas de ar. Foram utilizados difusores indicados para cada tipo de placa, para distribuir o inoculo na área segundo as instruções. As placas foram incubadas por 24 – 48 h, a 35 °C ± 1 °C e os resultados expressos em UFC/g (3M Microbiology Products, St.Paul, EUA, 2014a). A interpretação, segundo critérios do método da AOAC 991.14 (Figura 9).

Figura 9 - Unidades formadoras de colônia de *Escherichia coli*, coliformes totais e termotolerantes em placa Petrifilm.

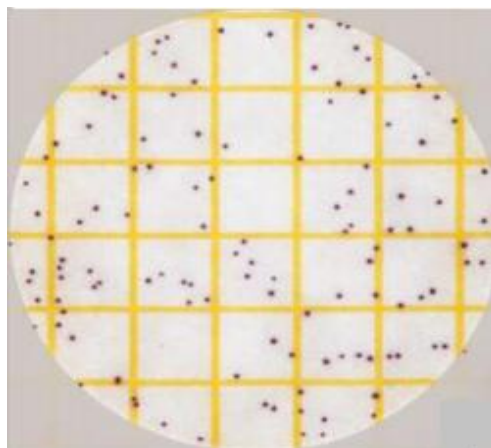


Fonte: 3M Microbiology Products, St.Paul, EUA (2014a).

- **Pesquisa de *Staphylococcus aureus***

A pesquisa de *Staphylococcus aureus* foi realizada utilizando-se as placas 3M™ Petrifilm (3M Microbiology Products, St.Paul, EUA, 2014b). O Petrifilm para *S. aureus* consiste em um meio de cultura pronto que contém um agente geleificante solúvel em água fria e um meio específico (Baird-Parker modificado) na placa seletivo e diferencial para *S. aureus*. As placas foram incubadas a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas e em seguida foi realizada a leitura da placa com enumeração das colônias típicas colônias vermelho-violetas rodeadas por uma área rosada são identificadas como *S. aureus* (Figura 10).

Figura 10 - Unidades formadoras de colônias de *Staphylococcus aureus* em placa Petrifilm.



Fonte: 3M Microbiology Products, St.Paul, EUA (2014b).

- **Pesquisa de *Salmonella* ssp**

Para a detecção de *Salmonella* ssp. foi utilizado o método segundo Silva et al. (2007). Inicialmente, foi realizada a diluição 10^{-1} , pesando-se 25 da amostra em 225 mL de caldo lactosado (CL) e posterior incubação em estufa de crescimento a temperatura de 35 °C por 24 horas, para a fase de pré-enriquecimento. Decorrido esse período, realizou-se a etapa de enriquecimento seletivo, transferindo-se alíquotas de 1 mL do teste anterior para o caldo de enriquecimento Caldo Rappaport-Vassilidis (RV), o qual foi incubado em banho-maria a 35 °C por 24 horas. Logo após o período de incubação agitou-se os tubos de enriquecimento seletivo, em seguida realizou-se o plaqueamento seletivo diferencial por meio de estriamento em superfície do ágar com auxílio de alça inoculadora a fim de isolar colônias típicas de *Salmonella* sp. em placas contendo meio de cultura Ágar Entérico de Hectoen (HE), Ágar Verde Brilhante (VB) e Ágar *Salmonella* Shiguella. Posteriormente, as placas foram invertidas e incubadas em estufa a temperatura de 35 °C por 24 horas. Após esse período foi observado a presença de colônias típicas características de cada meio de cultura. Na presença de colônias típicas realizaram-se testes bioquímicos adicionais e testes sorológicos.

4.2.4 Viabilidade da cultura láctea: contagem de bactérias lácticas tradicionais

Utilizada para avaliar o crescimento e reprodução das espécies inoculadas nos *frozen*. As contagens de bactérias ácido-lácticas (BAL) do *frozen* foram realizadas no 1, 7, 14, 21, 28 e 35 dias de estocagem. A abertura dos potes das amostras foi realizada no interior da câmara de fluxo laminar para prevenir qualquer contaminação ambiente. Para as análises, 25 g do produto foram pesadas em condições de assepsia e homogeneizadas em 225 mL de água peptonada 0,1%. Diluições decimais subsequentes foram preparadas, utilizando o mesmo diluente. Após o tempo de incubação requerido para cada meio de cultura, a contagem foi realizada em placas de Petri.

- **Contagem de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus***

Para contagem de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* foi utilizado o meio ágar M17. A inoculação foi realizada por profundidade. Após a inoculação, as placas de Petri foram incubadas invertidas em aerobiose a 37 °C por 48 horas (IDF, 1997).

- **Contagem de *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus***

Para contagem de *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* foi utilizado o meio MRS acidificado com ácido acético glacial até pH 5,4 e incubação em condições anaeróbias a 37 °C por 72 horas. A inoculação foi realizada por profundidade. Após a inoculação, as placas de Petri foram incubadas invertidas em jarras contendo gerador de anaerobiose Anaerobac (PROBAC) a 37 °C por 72 horas (DAVE; SHAH, 1996).

4.2.5 Avaliação sensorial e intenção de compra

As formulações foram submetidas à avaliação sensorial no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará. Conforme já citado o projeto de pesquisa foi submetido à análise do Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos – CEP, do IFCE sob Parecer 667.712 visando cumprir os itens da resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que dispõe sobre ética em pesquisa que envolve seres humanos. Para garantir a segurança alimentar dos provadores, as formulações foram submetidas às análises microbiológicas, apresentando-se dentro dos padrões legais estabelecidos.

Utilizou-se teste afetivo de aceitação para verificar aceitabilidade dos consumidores sobre as características específicas do *frozen*.

Os participantes provaram as amostras que foram servidas sequencialmente em blocos completos balanceados, com relação à ordem de apresentação das mesmas. Os testes sensoriais foram conduzidos com equipe de 120 provadores não treinados, de ambos os sexos, em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial da instituição. Os produtos foram preparados no máximo 24 horas antes dos testes e mantidos em temperatura de -18 °C até o momento de servir. Os provadores receberam aproximadamente 30 g de cada amostra, com temperatura entre -10 e -8 °C, servidas em copos de plástico descartáveis com uma colher plástica, codificados com números aleatórios de três dígitos, acompanhada da ficha de avaliação (APÊNDICE A), um copo com água mineral e caneta esferográfica. Os provadores foram orientados a fazer uso da água na degustação entre as amostras e a expor comentários livres nas fichas de avaliação do produto. Os atributos analisados foram aparência, odor, sabor, textura e a aceitação global. Para o teste de aceitação foi utilizada a escala estruturada, de 9 pontos, apresentando os termos 9 – gostei extremamente; 8 – gostei muito; 7 – gostei moderadamente; 6 – gostei ligeiramente; 5 – não gostei, nem desgostei; 4 – desgostei

ligeiramente; 3 – desgostei moderadamente; 2 – desgostei muito e 1 – desgostei extremamente (DUTCOSKY, 2013).

Para o recrutamento dos consumidores foram selecionados provadores não treinados, que se declararam consumidores de gelados comestíveis, sendo que antes da degustação os mesmos foram instruídos a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B), permitindo o uso da informação prestada para seu devido fim e também possuidores do direito de desistir de participar a qualquer momento do teste.

O teste intenção de compra foi realizado utilizando-se escala estruturada de 5 pontos nos termos 5 – certamente compraria; 4 – provavelmente compraria; 3 – tenho dúvida se compraria; 2 – provavelmente não compraria e 1 – certamente não compraria (DUTCOSKY, 2013).

4.2.6 Índice de aceitabilidade

O Índice de aceitabilidade (IA) foi determinado com base nos dados obtidos no teste de aceitação por escala hedônica. Considerando-se o escore máximo alcançado por cada produto analisado como 100%, esse índice será o escore médio das notas atribuídas pelos provadores na escala hedônica, em percentual. Um produto com índice de aceitabilidade igual ou maior que 70% é considerado aceito pelos provadores (DUTCOSKY, 2013).

4.2.7 Análise estatística

Para as análises físico-químicas e microbiológicas utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados. Os dados experimentais gerados pelos resultados da análise sensorial e estabilidade foram submetidos ao delineamento em blocos completos casualizados e análise de variância (ANOVA) e as diferenças das médias comparadas através do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. As diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

Para a correlação entre os atributos sensoriais e os parâmetros físico-químicos, reológicos e cor utilizou-se a Correlação de Pearson. O coeficiente de correlação entre as medidas sensoriais e físico-químicas foi interpretado de acordo com os critérios sugeridos por Shimakura e Ribeiro Junior (2013): 0,00 a 0,19 (bem fraca); 0,20 a 0,39 (fraca); 0,40 a 0,69 (moderada); 0,70 a 0,89 (forte); 0,90 a 1,00 (muito forte).

Os Programas estatísticos utilizados foram:

- *Consensor* (SILVA; DUARTE; CAVALCANTI-MATA, 2010);
- SISVAR (FERREIRA, 2008);
- Software Microsoft® Excel 2007.

4.2.8 Análise de custo dos ingredientes

Para o cálculo dos custos dos ingredientes utilizados nas formulações de *frozen* estudadas multiplicou-se as quantidades usadas de cada ingrediente pelo preço deste no mercado local (BRUNI; FAMA, 2003).

$$CF_i = \sum q_x \times p_x \quad (04)$$

Onde:

CF_i = custo do quilo da formulação (com FOS) em estudo.

Q_x = quantidade usada do ingrediente x;

P_x = preço do ingrediente x.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação físico-química

Os resultados da caracterização físico-química da bebida láctea, preparado de fruta e soro em pó podem ser observados na Tabela 9.

5.1.1 Caracterização físico-química das matérias-primas: bebida láctea, preparado de fruta e soro em pó

Tabela 9 - Caracterização físico-química da bebida láctea, preparado de fruta e soro em pó.

Análises	Matérias-primas (Média ± DP)		
	BL	PF	SP
Proteína (g/100 g)	4,10 ± 0,40	0,47 ± 0,07	11,33 ± 0,83
Umidade (g/100 g)	86,10 ± 0,17	60,51 ± 0,52	3,40 ± 0,16
Cinzas (g/100 g)	1,36 ± 0,05	0,37 ± 0,02	5,03 ± 0,03
Gordura (g/100 g)	0,00 ± 0,00	-	0,28 ± 0,04
Vitamina C (mg/100 g)	-	14,73 ± 1,10	-
Carboidratos (%)	8,42 ± 0,17	-	79,99 ± 0,70
Ph	4,60 ± 0,01	2,77 ± 0,03	6,52 ± 0,01
Acidez titulável (% em ácido láctico)	0,97 ± 0,01	0,58 ± 0,58	1,21 ± 0,01
Sólidos Solúveis (°Brix)	-	42,17 ± 1,17	-
Atividade de Água (Aw) a 25 °C	-	0,72 ± 0,01	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Formulações: BL= Bebida láctea, PF= Preparado de fruta e SP= Soro em pó.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea Fermentada, determina que o teor de proteínas de origem láctica deverá ser no mínimo 2 g para cada 100 g de bebida láctea sem produto ou substância alimentícia de origem não láctea (BRASIL, 2005b).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 9, o teor de proteínas apresentou valor médio de 4,10 g/100 g. O alto valor encontrado deve-se principalmente à adição do soro em pó reconstituído e do leite em pó desnatado, apresentando-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Gallinaa et al. (2011) obteve valores similares à presente pesquisa para teores de proteínas lácteas (4,02 e 4,28 g/100 g) em leites fermentados, já Cunha Neto et al. (2005) na avaliação físico-química e sensorial de iogurte natural

produzido com leite búfala obteve 4,17 a 4,74% de proteínas. Santos et al. (2012) obteve valor de 4,11 g/100g de proteínas semelhante ao presente estudo.

Segundo os padrões fixados para bebida láctea fermentada (BRASIL, 2005b), não existem valores determinados para umidade neste alimento, apesar disso, o valor de 86,10 g/100 g encontrado para a bebida láctea fermentada do gelado comestível está similar ao encontrado por CUNHA et al. (2008) de 81,91% e Mendes (2010) de 83,73% de umidade. Silva et al. (2010) ao elaborar bebida láctea pasteurizada sabor bacuri enriquecida com pólen obteve valores entre 82,35 e 84,71% de umidade. O elevado valor encontrado para o parâmetro de umidade deve-se a adição de soro de leite em pó reconstituído que reduziu o teor de sólidos totais da base láctea elaborada.

Apesar de não existir legislação federal especificando valores pH e acidez para bebida láctea fermentada, verificou-se que o pH e acidez observada, 4,6 e 0,97 g/100 g, respectivamente, atende ao valor mínimo estabelecido para leite fermentado (0,6 a 2,0 g de ácido láctico/100 g) preconizado no Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Leites Fermentados (BRASIL, 2007). Mendes (2010) encontrou valor de 0,96 g/100 g de acidez em ácido láctico e pH de 4,59 para bebida nutracêutica fermentada com cogumelo *Agaricus brasiliensis* semelhantes ao encontrado na presente pesquisa, entretanto, Gallinaa et al. (2011) apresentou valores de acidez entre 0,75 e 0,78 g de ácido láctico/100 g abaixo do encontrado nesta pesquisa.

Santos et al. (2012) ao elaborarem leite fermentado probiótico desnatado, adicionado de jenipapo desidratado osmoticamente, observaram que o teor de 0,72 g/100 g de ácido láctico e 4,41 de pH. Cunha et al. (2008) obtiveram em sua pesquisa físico-química de bebida láctea com 30% de soro e 70% de leite um valor de 0,72 g/100 g de acidez, valor abaixo do encontrado nesta pesquisa.

Segundo Thamer e Penna (2006), a acidez titulável está relacionada com o tipo de sólido adicionado, lácteo ou não, e com a atividade da cultura responsável pela fermentação. A produção de ácido láctico atua como conservante natural, exercendo influência sobre os seus atributos de qualidade. Santos et al. (2008) obteve valor de acidez de 0,98 g/100 g para bebida láctea fermentada com 40% de soro de leite em substituição ao leite da formulação.

Silva et al. (2010) obtiveram valores entre 4 e 4,4 de pH e 0,33 e 0,55% de acidez em bebida láctea pasteurizada sabor bacuri enriquecida com pólen.

O teor de cinzas encontrado na pesquisa para bebida láctea fermentada foi de 1,36 g/100 g. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2012) ao elaborarem leite fermentado probiótico desnatado adicionado de jenipapo desidratado osmoticamente. Os

autores observaram que o teor de cinzas foi 1,07%, entretanto Santos et al. (2006), que elaboraram bebidas lácteas fermentadas com polpas de umbu e diferentes concentrações de soro de leite (20, 40, 60 e 80% de soro de leite), obteve valor médio de 0,37 g/100 g de cinzas.

Com relação ao teor de lipídios na bebida láctea fermentada foi encontrado valor de 0 g/100 g visto que foi utilizado leite desnatado UHT e leite em pó desnatado.

Santos et al. (2012) ao elaborarem leite fermentado probiótico desnatado, adicionado de jenipapo desidratado osmoticamente, observaram que o teor de lipídios foi de 0,47%. O baixo valor de lipídios totais permitiu classificá-lo como leite fermentado desnatado, assim como encontrado nesta pesquisa.

Thamer e Penna (2006) obtiveram teor de gordura da bebida láctea fermentada entre 0 e 0,1 g/100 g, uma vez que se utilizou leite desnatado, assim como nesta pesquisa. Santos et al. (2008) obteve valor de 0,83 g/100 g de gordura, valores que corroboram com os encontrados na presente pesquisa.

O teor de carboidratos encontrado nesta pesquisa para bebida láctea foi de 8,42%. O baixo valor encontrado deve-se ao processo de fermentação que transformou a lactose, principal carboidrato encontrado no leite e soro de leite, em ácido láctico. Soares et al. (2011) obtiveram teor de carboidratos de 8,61% em iogurte adicionado de soro de leite e 8% de leite em pó. Azevedo et al. (2011) avaliando marcas de leite fermentado comercial obtiveram valores de carboidratos entre 10,54 a 15,20% e umidade de 82,37 a 86,47%. Santos et al. (2012) ao elaborarem leite fermentado probiótico desnatado adicionado de jenipapo desidratado osmoticamente observaram que o teor de carboidratos foi 9,66% de carboidratos.

Os carboidratos dos iogurtes e dos leites fermentados são praticamente açúcares simples. O leite contém lactose, entretanto, parte dessa lactose é fermentada durante o processo de fabricação, porém, a quantidade de lactose reduzida é compensada pelo acréscimo de sacarose na fórmula (BOURLIOUX; BRAESCO; MATER, 2011).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite (BRASIL, 2014) estabelece padrões para teor de lactose, 61 (g/100 g) como valor de referência, 9 (g/100 g) para teor mínimo de proteína, 5 (g/100 g) para valor máximo de umidade, cinzas de 7 a 14 (g/100 g) e acidez em ácido láctico menor que 0,35 (g/100 g) para soro de leite em pó.

Com relação ao teor de carboidratos totais (79,99%) encontrados nesta pesquisa, a legislação não estabelece valor de referência para carboidratos totais, mas somente para a lactose, sendo este o maior componente presente no soro. Vale ressaltar que nesta pesquisa foi realizada análise de carboidratos totais no soro de leite, sendo que a lactose corresponde em

torno de 70% dos sólidos encontrados. Segundo Westergaard (2001), o soro em pó possui valor entre 70 - 74% de lactose.

O teor de proteína encontrado de 11,33 g/100 g apresenta-se dentro do padrão de referência estabelecido de, no mínimo, 9 g/100 g e similar ao encontrado na literatura. Baldasso (2008) obteve valores entre 10 e 15 g/100 g, entretanto, Westergaard (2001) estabelece valor mínimo de 12 g/100 g para proteínas no soro de leite em pó.

O teor de umidade observado nesta pesquisa, 3,40 g/100 g apresentou-se dentro do padrão de referência estabelecido. Segundo Baldasso (2008) o soro em pó é a forma mais popular do produto para uso em alimentos, em que se remove aproximadamente 95% da umidade, mantendo todos os outros constituintes. Como pode ser observado na Tabela 9, o soro em pó apresentou valor de umidade similar ao citado pelo autor.

O teor de cinzas encontrado para o soro em pó foi de 5,03 g/100 g, abaixo do valor de referência para soro em pó.

O teor de acidez de 1,21 g/100 g apresentou valor acima do preconizado pela legislação, entretanto não alterou as características das formulações. Já o valor médio de pH encontrado para soro em pó foi de 6,52. Não existe valor de referência para pH, embora, Westergaard (2001) afirma que o valor mínimo para pH de soro em pó é de 6,30. Thamer e Penna (2006) obtiveram valor de pH 6,38.

O valor médio obtido de gordura nesta pesquisa foi de 0,28 g/100 g. Não há padrão de referência para este parâmetro, contudo, Westergaard (2001) afirma que o soro em pó, geralmente, apresenta teor de gordura máxima 0,05 g/100 g. Thamer e Penna (2006) obtiveram valor de gordura de 0,03%.

As variações na composição do leite durante ano, bem como as diferentes tecnologias empregadas para a produção de queijos acarretam grande variação na composição físico-química do soro (PERRONE, 2010).

Com relação aos parâmetros analisados para o preparado de fruta, o teor de proteína apresentou valor médio de 0,47 g/100 g, inferior aos valores médios encontrados na literatura. Santos et al. (2010) encontraram valores de proteína em frutos de cajá-umbu de 0,63 g/100 g e Lima (2010) encontrou valores médios para os frutos de cajá-umbu irrigada e de sequeiro, respectivamente, 0,89 g/100 g e 0,85 g/100 g.

O teor de umidade obtido de 60,51 g/100 g foram abaixo do valor encontrado em pesquisas com a polpa de cajá-umbu. Os teores de umidade da polpa de cajá-umbu irrigada e de sequeiro foram, respectivamente, 89,52% e 89,19%, em pesquisa realizada por Lima (2010) e 91,30% por Santos (2009).

O valor de umidade relativamente baixo encontrado na pesquisa deve-se à adição de sólidos como amido e açúcar no preparo da fruta e concentração da mesma durante a etapa de aquecimento.

O valor médio encontrado para cinzas de 0,37 g/100 g no preparado de fruta foi próximo aos encontrados por Lima (2010) para o cajá-umbu irrigado e de sequeiro, respectivamente, 0,40 g/100 g e 0,42 g/100 g. Os minerais (cinzas) são importantes para o metabolismo celular, pois são requeridos em diversas reações enzimáticas como cofatores em animais e vegetais (Lima, 2010).

Com relação ao teor de vitamina C, o valor médio encontrado foi de 14,73 mg/100 g, similar ao encontrado por Carvalho et al. (2008) que apresentou valor entre 3,8 e 16,4 mg/100 mL.

O umbuzeiro é a espécie de maior valor da Caatinga, afirma Lima (2008). O fruto é rico em ácido ascórbico (vitamina C), contendo entre 14,2 mg/100 g (fruto maduro) e 33 mg/100 g (fruto verde). Caracterizando físico-quimicamente os frutos do município de Areia (PB), Lima et al. (2002) encontraram para os frutos no estágio de maturação comercial, valor de vitamina C total de 17,75 mg/100 g.

Murphy et al. (2012) afirmam que, independente da espécie, o consumo de frutas está frequentemente associado aos efeitos de seus fitonutrientes à saúde humana. O cajá-umbu apresenta boas características físicas e sólidos solúveis totais para fins de produção industrial e melhores condições para consumo *in natura* e/ou para fins de comercialização ou para produção industrial no estágio maduro (ARAÚJO et al., 2011).

O valor de pH e acidez titulável encontrados no preparado de fruta foram de 2,77 e 0,58%, respectivamente. Gondim et al. (2013) observaram que no processamento de frutos o pH baixo favorece a conservação dos alimentos por dificultar o desenvolvimento de microrganismos. Santos (2009), observou valores (média de 100 frutos) de pH de 2,40 e acidez titulável de 1,32% de ácido cítrico. A acidez titulável (AT) nas análises realizadas por Gondim et al. (2013) variaram entre 1,15, 1,26 e 1,17%. Santana et al. (2011) ao avaliarem diferentes genótipos de frutos de cajá-umbu obtiveram valores de pH entre 2,38 e 3,03.

O teor de sólidos solúveis encontrados no preparado de fruta foi de 42,17 °Brix. O alto teor de sólidos solúveis encontrado nesta pesquisa deve-se ao fato da polpa ter sofrido processo de adição de amido e açúcar e consequente concentração, aumentando consideravelmente o teor de sólidos solúveis como observado na Tabela 9.

Santos (2009) observou valores (média de 100 frutos) de sólidos solúveis de 10,00 °Brix. Gondim et al. (2013) obtiveram, de frutos de variedades de umbu-cajazeira, variação de 10,97 a 12,90% e média de 11,86% e Lira Júnior et al. (2005) com 10,14%.

O valor obtido para atividade de água (Aw) foi de 0,72 para o preparado de fruta. A determinação do parâmetro de atividade de água é muito importante, pois a redução da atividade de água dificulta a ação microbiológica, sendo que a concentração de açúcares é uma barreira importante para a conservação dos alimentos (Lima, 2010).

5.1.2 Caracterização físico-química das formulações de *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu

Os resultados obtidos através das análises físico-químicas, realizadas nas formulações de *frozen* desenvolvidas, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros físico-químicos das formulações de *frozen* desenvolvidas.

Análises	Formulações de <i>frozen</i> de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu (Média ± DP)		
	F1	F2	F3
Proteína (g/100 g)	3,18 ± 0,33 ^{ab}	3,04 ± 0,26 ^a	3,47 ± 0,34 ^b
Umidade (g/100 g)	62,56 ± 0,34 ^a	62,74 ± 0,27 ^a	62,90 ± 0,19 ^a
Cinzas (g/100 g)	0,89 ± 0,03 ^a	0,88 ± 0,03 ^a	0,87 ± 0,03 ^a
Gordura (g/100 g)	0,79 ± 0,02 ^a	0,80 ± 0,01 ^a	0,80 ± 0,01 ^a
Açúcar total (%)	20,89 ± 0,38 ^c	18,69 ± 0,26 ^b	15,47 ± 0,35 ^a
Açúcar não redutor em sacarose (%)	14,86 ± 0,27 ^c	12,85 ± 0,20 ^b	9,69 ± 0,34 ^a
Vitamina C (mg/100 g)	14,33 ± 0,87 ^a	15,22 ± 0,81 ^a	17,04 ± 0,85 ^b
Sólidos Solúveis (°Brix)	36,00 ± 0,75 ^a	35,30 ± 0,79 ^a	37,00 ± 1,06 ^b
Sólidos Totais (g/100 g)	37,41 ± 0,39 ^a	37,25 ± 0,26 ^a	37,10 ± 0,19 ^a
pH	4,45 ± 0,03 ^{ab}	4,44 ± 0,03 ^a	4,48 ± 0,02 ^b
Acidez titulável (% em ácido láctico)	0,80 ± 0,01 ^{ab}	0,80 ± 0,01 ^b	0,79 ± 0,01 ^a
Conteúdo de FOS (%)	-	2,42 ± 0,040 ^a	4,69 ± 0,059 ^b
Valor energético total (kcal/100 g)	103,51 ± 1,34 ^c	94,68 ± 0,40 ^b	83,48 ± 2,57 ^a

Fonte: Elaborado pela autora.

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a $p > 0,05$.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

Com relação à composição do *frozen*, as formulações não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) para os parâmetros de umidade, cinzas, gordura e sólidos totais analisados entre todas as formulações.

Resultado semelhante foi encontrado por Santos (2012) nas formulações de gelado comestível probiótico, em que os estabilizantes não influenciaram na composição final do produto, uma vez que ambas as formulações foram desenvolvidas utilizando os mesmos ingredientes, nas mesmas concentrações.

A legislação brasileira atual não dispõe de padrões de identidade e qualidade para *frozen* de bebida láctea fermentada, porém a resolução que aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de gelados comestíveis especifica um teor mínimo de 2,5% de proteínas para sorvetes de leite. Tomando com base este requisito para efeitos de comparação, pode-se afirmar que a quantidade de proteínas das três formulações está de acordo com os padrões legais estabelecidos (BRASIL, 2005c).

Teores de proteínas encontrados entre 3,04 e 3,47 g/100 g foram semelhantes ao observados em estudos realizados por Corte (2008) com teores de 3,18 a 3,69% e por Opdahl e Baer (1991) com valores que variaram de 3,33 a 3,68%. Alves et al. (2009) em estudos com *frozen* iogurte elaborados a partir de leite de cabra apresentaram um teor de 3,0% de proteínas. Pinto (2012) obteve valores de proteínas em *frozen* iogurte entre 3,50 a 4,03%, superiores aos encontrados neste estudo.

Em estudo realizado por Miguel (2009), os valores de proteínas das amostras de sorvete de iogurte simbiótico variaram de 3,3 a 3,5% e não foi verificada diferença significativa entre as mesmas, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa.

As proteínas contribuem de forma importante para o desenvolvimento da estrutura do sorvete e influenciam a emulsificação, batimento e capacidade de retenção de água (CORREIA; PETRINE; MAGALHÃES, 2007; SILVEIRA et al., 2009).

Segundo Souza et al. (2010), a textura está relacionada ao conteúdo proteico, sendo que um alto conteúdo de proteína permite a obtenção de um produto com melhor textura, maior facilidade de batimento e rendimento.

Segundo Santana, Matsuura e Cardoso (2003), os sorvetes de fruta, por ser uma mistura de diversos alimentos de alta qualidade (leite, frutas, etc.) são veículos de proteínas de alto valor biológico, inclusive aminoácidos essenciais.

A legislação brasileira (BRASIL, 2005c) recomenda um mínimo de 28% de sólidos totais em sorvetes de leite. De acordo com os valores médios encontrados para umidade 62,56 g/100 g, 62,74 g/100 g e 62,90 g/100 g, respectivamente para as formulações F1, F2 e F3 e sólidos totais 37,41 g/100 g, 35,25 g/100 g e 37,10 g/100 g respectivamente para as formulações F1, F2 e F3, o *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação e por relatos de diversos autores, não

apresentando diferença significativa entre as formulações ($p > 0,05$) para os parâmetros avaliados.

Segundo Clarke (2004), a água representa uma proporção elevada do sorvete, podendo variar de 60 a 72 g/100 g, coerente com os resultados encontrados no presente estudo. Gonçalves e Eberle (2008) realizaram testes de umidade em amostras de *frozen* iogurte e encontraram um teor de 73,81 g/100 g, superior ao encontrado neste estudo. Valores semelhantes foram encontrados por Miguel (2009) que apresentou teores de 57,62 g/100 g e de 63,62 g/100 g em amostras de *frozen* iogurte à base de extrato aquoso de soja e *yacon*.

Rechsteiner (2009) observou que utilizando maltodextrina de mandioca e batata-doce como substitutos de gordura para sorvetes houve variação de umidade entre 61 e 70 g/100 g. Boff (2011) encontrou teor de umidade nas diferentes formulações dos sorvetes variando de 63 a 70 g/100 g. Valores de umidade similares foram encontrados por Paula et al. (2010) que obtiveram valores aproximados para três formulações de sorvete de leite de cabra adoçado com mel de abelhas africanizadas, variando de 60,78 a 64,19 g/100 g, já Chinelate (2008), apresentou teores de umidade entre 60,19 a 70,21 g/100 g para gelados comestíveis (sorvete) adicionados de ingredientes funcionais. Portanto, os valores são semelhantes aos encontrados na literatura.

Os valores médios de sólidos totais encontrados na pesquisa foram superiores aos encontrados Alves et al. (2009) com 26,60% e Gonçalves e Eberle (2008) 26,19 g/100 g em amostras de *frozen* iogurte. Akalin e Erisir (2008) encontraram valor médio de 33,47 g/100 g de sólidos totais em formulação de sorvete probiótico com baixo teor de gordura e adicionado de oligofrutose.

Silva (2011) encontrou teor de sólidos totais em sorvetes probióticos variando entre 33,34 e 38,13% e Braguini (2011) estudando *frozen* probiótico adicionado de inulina, observaram valores de sólidos totais variando de, no mínimo, 32,69 g/100 g (Controle), até no máximo 37,47 g/100 g na formulação elaborada com 0,8% de inulina, portanto, resultados similares à presente pesquisa. Para Salinas (2002), a composição aproximada de sólidos totais deve estar entre 35 a 41 g/100 g.

Os teores de cinzas encontrados na pesquisa variaram entre 0,87 e 0,89 g/100 g e não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as formulações. A legislação brasileira (BRASIL, 2005c) não estabelece padrão físico-químico de cinzas, porém os teores deste componente obtido para o *frozen* de bebida láctea fermentada sabor cajá-umbu estão de acordo com os teores verificados na literatura.

Vasconcelos (2010) elaborou um mix de açaí probiótico, prebiótico e simbiótico e encontrou teores de cinzas similares ao presente estudo entre 0,84 e 0,86 g/100 g para as amostras contendo fibra prebiótica.

Pereira et al. (2012) encontrou teor de cinzas de 0,86 e 0,87 g/100 g em *frozen* iogurte não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre as formulações.

Valores inferiores para teor de cinzas foram encontrados por Silva (2011) variando entre 0,58 e 0,76 g/100 g em sorvetes probióticos. Gonçalves e Eberle (2008) obtiveram valor de cinzas de 0,79% para *frozen* iogurte com bactérias probióticas adicionada de fibra solúvel. Sabatini et al. (2011) obtiveram conteúdo de cinzas de 3,67 g/100 g, portanto, bem superior aos encontrados na literatura, em estudo sobre elaboração de sorvete utilizando alfarroba em pó.

Para Corte (2008), os sorvetes são alimentos ricos em sais minerais como cálcio, sódio, potássio, magnésio entre outros, por apresentarem em suas formulações leite e polpa de fruta.

Nos alimentos, as gorduras contribuem para melhorar a textura, cremosidade, paladar, elasticidade, fornecendo 9 kcal/g (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

As fórmulas convencionais de sorvete têm alta concentração de sacarose e gordura, as quais estão relacionadas com a textura, consistência e sabor do produto. Entretanto, a busca por alimentos cada vez mais saudáveis tem direcionado as indústrias alimentícias a oferecer produtos alternativos com ingredientes especiais que promovam bem-estar e saúde, mas mantendo as características tradicionais apreciadas pelos consumidores. Nesse contexto, as fibras solúveis inulina e oligofrutose (FOS) agem como agentes texturizantes, particularmente em alimentos com baixo teor de gordura, como o sorvete e mantendo as características do produto (DEVEREUX et al., 2003).

O teor de lipídios contido nas formulações sem adição de FOS, com 3% e 6% de FOS foram 0,79 g/100 g, 0,80 g/100 g e 0,80 g/100 g, respectivamente, e não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as formulações. Dessa forma, de acordo com o teor de gordura encontrado nesta pesquisa, podem-se considerar os produtos desenvolvidos como produtos alimentícios com baixo teor de gordura e levando em consideração, não só pelo teor baixo de gordura, mas também pelos valores de sacarose e *overrun* verificados, são tidos como macios. Romano (2012) obteve teores de gordura variando entre 0,14 e 0,19% em amostras de *frozen* iogurte simbiótico com teor reduzido de lactose.

No conceito de sorvete à base de leite fermentado, busca-se equilibrar o sabor agradável do sorvete tradicional e as características de um alimento saudável, tendo o seu teor

de gordura reduzido em relação aos sorvetes tradicionais. Diante desse fato, os produtos que são comercializados atualmente nos Estados Unidos apresentam um teor de gordura variando de 1,7 a 5,9% (TAMIME; ROBINSON; 2007 *apud* Corte, 2008), enquanto os comercializados no Brasil trazem, em algumas formulações, uma quantidade mínima de 0,5% de gordura (RODRIGUES, 2011).

Miguel (2009) encontrou porcentagens variando de 1,46 a 1,80% em amostras de *frozen* iogurte devido à gordura ter sido substituída por “Emustab e Selecta Cream Duas Rodas”, aditivos que segundo o autor atribui ao produto textura agradável e cremosidade, com o diferencial de se obter um teor de lipídios inferior aos sorvetes tradicionais.

Silva (2012) desenvolveu um sorvete *light* com redução de 50% de gordura contendo fibras e proteínas bioativas a partir da utilização de CPS80 como substituinte de gordura. Na formulação com 0% de gordura e 10% de CPS80 (concentrado proteico de soro), o teor de gordura encontrado foi de 0,71%.

Ertekin e Guzel-Seydim (2010) avaliaram o efeito da adição de Dairy-Lo (proteínas do soro) e inulina na qualidade sensorial, microbiológica e reológica de kefir e constataram que esses aditivos podem ser empregados sem prejuízos na fabricação deste produto com reduzido teor de gordura.

O teor de açúcar total e açúcar não redutor em sacarose apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas as formulações. O açúcar total apresentou valores de 20,89%, 18,69% e 15,47%, respectivamente, para as formulações F1, F2 e F3. O açúcar não redutor em sacarose apresentaram valores de 14,86%, 12,85% e 9,69% respectivamente, para as formulações F1, F2 e F3. A adição de FOS em substituição parcial da sacarose permitiu uma redução no teor calórico das formulações. Esta propriedade é muito útil em vários tipos de alimentos, onde o uso de sacarose é restringido pela sua elevada doçura (YUN, 1996).

Teixeira et al. (2009) adicionou *yacon* no suco de laranja industrializado e observou menor teor de carboidratos apresentando diferença estatística significativa, reduzindo de 12,25% da formulação controle para 7,73% para a modificada com adição de *yacon*. O teor de fibra aumentou de 0% na formulação controle para 4,12% na modificada.

Ao analisar os teores de açúcares não redutores e açúcares totais, em sorvete de cajá-umbu, Silva (2013a) obteve para ambos 10,12%. Correia et al. (2008) observaram valores para açúcares não redutores e totais, com 27,73 e 24,18%, respectivamente.

Observando os valores de sólidos solúveis, o *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica apresentou média de 36, 35,3 e 37 °Brix para formulação controle, formulação com 3% e 6% de FOS, respectivamente, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) para a

formulação com 6% de FOS. Silva (2011) elaborou sorvete probiótico à base de leite de cabra com valores médios de sólidos solúveis entre 33,28° a 39,52 °Brix.

Berté et al. (2011) desenvolveram formulações de geleias com fibras que apresentaram redução de até 92% no conteúdo de açúcares e consequentemente uma redução média de 77,53% no valor energético, devido à substituição da sacarose por fibras solúveis. Nas formulações avaliadas, não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) nos teores de proteínas e gorduras. Segundo os autores as formulações apresentaram como diferencial o baixo valor calórico. Resultado semelhante foi observado nesta pesquisa, pois houve redução no valor calórico nas formulações adicionadas de FOS. O valor calórico apresentou diminuição nos valores à medida que substitui a sacarose por FOS, de 103,51 kcal/100 g, 94,69 kcal/100 g e 83,48 kcal/100 g, respectivamente para a formulação sem adição da fibra prebiótica e com 3 e 6% de FOS adicionado. Chinelate (2008) verificou que, à proporção que aumentaram os percentuais de ingredientes funcionais como a farinha de linhaça (5%, 10% e 15%), com adição de 2% de quitosana, ocorreu a diminuição no valor calórico dos sorvetes.

Quanto ao parâmetro ácido ascórbico, as formulações apresentaram valores de 14,33 mg/100 g, 15,22 mg/100 g e 17,04 mg/100 g, respectivamente, para as formulações controle, 3% e 6% de FOS. Silva (2013a) obteve valor médio de 5,33 mg/100 g para sorvete de cajá-umbu.

Como podem ser observadas na Tabela 10, apenas a formulação sem adição da fibra prebiótica apresentou valor de vitamina C inferior ao teor encontrado no preparado de fruta que foi de 14,73 mg/100 g. Apenas a formulação F3 apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) das demais amostras. Provavelmente, os processos de pasteurização e incorporação de ar influenciaram na diminuição do conteúdo de ácido ascórbico. O ácido ascórbico é a vitamina mais degradável quimicamente, por isso sua retenção é considerada um índice de manutenção da qualidade nutricional durante o processamento e a estocagem.

Considerando que o teor de ácido ascórbico nas formulações seja proveniente do preparado de fruta utilizado, os teores encontrados nas amostras F2 e F3 deveriam ser inferiores ao que foi encontrado, porém, pode-se observar que há variação da vitamina com o armazenamento da polpa, assim como em relação à polpa “in natura” e a processada. Além disso, como as formulações desenvolvidas são um sistema mais complexo do que a polpa, seus ingredientes podem ter interferido na titulação, reagindo com alguns componentes ou até mesmo no ponto de viragem da titulação.

Frighetto (2012) observou que as fibras solúveis (inulina, FOS e polidextrose) adicionadas às formulações de sorvete aprimoraram as características nutricionais de sorvete simbiótico, contribuindo para uma redução proporcional do teor de gorduras nos sorvetes delas adicionados e consequente redução calórica.

Além das propriedades fisiológicas, as fibras alimentares, especialmente as solúveis ou viscosas, dentre elas inulina e FOS, possuem características que permitem sua aplicação em diversas áreas, pois apresentam elevado poder adoçante e solubilidade, não cristalizam, não precipitam e nem deixam sensação de secura ou areia na boca, não são degradadas durante a maioria dos processos de aquecimento e não são calóricas (VASCONCELOS et al., 2010).

Rensis e Souza (2008) relataram que a substituição de leite integral por leite desnatado no processamento do iogurte batido e a adição de fibras (2% de inulina e de oligofrutose) com poder de substituir gordura para melhorar na consistência possibilitou a redução de gordura em 89% nos dois iogurtes desnatados os quais apresentaram características físico-químicas e sensoriais semelhantes ao do produto integral. Essa redução permitiu a designação de alimentos *light* e o uso de inulina e oligofrutose como substituto de gordura aumentou a intenção de compra e a aceitação dos iogurtes.

Para Menezes (2011) a incorporação de FOS em goiabada cascão sem adição de açúcar é viável, pois, além de enriquecer nutricionalmente o produto com o aumento de fibras solúveis, contribui com o aumento do gosto doce e realçou o sabor característico de goiabada cascão.

Não existe padrão estabelecido para acidez, expressa em ácido láctico para sorvetes de base láctea fermentada no Brasil, porém a legislação estabelece os limites para leites fermentados tipo iogurte (BRASIL, 2007), que são de 0,6 a 1,5%. Para Jay (2005), a acidez de um produto final de boa qualidade é de 0,65 a 0,9% em ácido láctico.

A legislação nacional não apresenta nenhuma regulamentação que estabelece o nível mínimo de acidez para mistura base de gelado comestível com base láctea fermentada.

Os valores de acidez titulável encontrados nas formulações desenvolvidas foram 0,80%, 0,80% e 0,79%, respectivamente, para as formulações F1, F2 e F3. Os resultados assemelham-se aos verificados na literatura. Pereira et al. (2012) obteve acidez de 0,78% em *frozen* iogurte para o tratamento com pH 4,5. Em pesquisa elaborada por Pinto (2012) os valores de acidez variaram entre 0,70 e 0,72%. Silva, Varela e Correia (2010) encontraram valor de acidez entre 0,84 e 0,87%.

Os valores de pH das formulações desenvolvidas foram 4,45, 4,44 e 4,48 para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente. Os valores encontrados para pH está dentro do esperado devido ao fato dos gelados comestíveis feitos a partir de base láctea fermentada apresentarem menor pH e conseqüentemente maior acidez, quando comparado com sorvetes tradicionais, devido o processo de fermentação que ocorre durante o preparo. A utilização de polpa de frutas com caráter ácido também contribuíram para manter baixo o pH do gelado.

Barbosa et al. (2010) realizaram análises com diferentes marcas de *frozen* iogurte comercializados em Campina Grande - PB e os valores encontrados para pH foram 4,27; 4,32 e 4,71.

Em pesquisa elaborada por Pinto (2012) os valores de pH apresentarm-se entre 4,23 e 4,60. Silva, Varela e Correia (2010) encontraram valor de pH 4,42 e 4,65. Gonçalves e Erbele (2008) obtiveram pH de 4,73 para *frozen* iogurte adicionado de cultura probiótica e prebiótico.

Os teores de FOS apresentaram-se abaixo da quantidade adicionada nas formulações com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações. A formulação com 3% de FOS apresentou valor médio de 2,42% e com 6% de FOS, 4,69%.

Para atuarem como funcionais, os prebióticos precisam ser quimicamente estáveis às técnicas de processamento de alimentos, como a aplicação de calor, baixo pH, às reações de Maillard, entre outras, visando manter a mesma atividade funcional pós-tratamento (HUEBNAR et al., 2008). Segundo Delzenne et al. (2005) o uso da fibra prebiótica FOS na alimentação aumenta a saciedade, logo, o consumo calórico será menor com a conseqüente redução do peso corporal, preferencialmente de massa gorda, visto que uma das funções da fibra é o aumento da saciedade.

A similaridade dos resultados observados para a maioria dos parâmetros analisados deve-se ao fato de que todos os tratamentos apresentaram a mesma formulação, diferindo-se apenas no teor de sacarose posto ter havido a substituição parcial desse ingrediente por fibra solúvel.

5.1.3 Análise de viscosidade, densidade aparente e *overrun*

Os resultados das análises de viscosidade, densidade aparente e *overrun* das amostras de *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu podem ser observadas na Tabela 11.

Tabela 11 - Resultados das análises de viscosidade, densidade aparente e *overrun* das formulações de *frozen* desenvolvidas.

Formulações	Análises (Média ± DP)		
	Viscosidade (cPas)	Densidade aparente (g/L)	<i>Overrun</i> (%)
F1	862,86 ± 0,87 ^a	484,30 ± 8,68 ^b	52,69 ± 0,60 ^a
F2	1027,22 ± 7,67 ^b	449,14 ± 2,24 ^a	59,37 ± 1,18 ^b
F3	1073,70 ± 1,89 ^c	441,87 ± 0,98 ^a	61,67 ± 2,31 ^b

Fonte: Elaborado pela autora.

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

Segundo Magenis et al. (2006), em geral, a viscosidade de produtos fermentados é uma característica muito importante na qualidade do produto. De acordo com os resultados apresentados, a viscosidade da formulação controle foi de 862,86 cPas, menor do que as formulações contendo a fibra prebiótica FOS, com valores de 1027,22 cPas e 1073,70 cPas, respectivamente para F2 e F3. As médias revelaram diferença significativa entre as três amostras analisadas ($p < 0,05$). Quanto maior a concentração de FOS, maior a viscosidade do produto, devido a maior interação entre a fibra e as proteínas do leite, soro de leite e com a água presente nas formulações.

Dervisoglu e Yazici (2006) observaram que a adição de fibras provenientes de frutas cítricas reduz o *overrun* obtido nos sorvetes, já que as fibras aumentam a viscosidade da calda, reduzindo a incorporação de ar, o que não condiz com os resultados encontrados neste estudo. Entretanto, em pesquisa realizada por Baú et al. (2012) em produto fermentado com adição de fibra de soja, a viscosidade foi maior, sendo que os menores valores foram obtidos para a formulação controle, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Soukoulis, Lebesi e Tzia (2009) estudaram os efeitos de quatro fibras alimentares (aveia, trigo, maçã e inulina) nas propriedades reológicas de sorvetes. Foi observado que a

adição das fibras proporcionou um aumento da viscosidade. Segundo os autores, o aumento da viscosidade mostrou ser causado tanto pelas fibras solúveis (maçã e inulina), contribuindo na composição da fase aquosa, quanto pelas fibras insolúveis (aveia e trigo) por aumentar o conteúdo de sólidos totais, afetando a conformação da rede tridimensional dos biopolímeros hidratados. Castro et al. (2009) sugeriram que possíveis interações entre as proteínas do leite e do soro e a concentração de 5% de oligofrutose, seriam responsáveis pelas modificações na firmeza. Segundo os autores as bebidas adicionadas de oligofrutose, utilizando faixa de temperatura entre 2 e 8 °C, verificaram que o efeito da temperatura sobre o decréscimo da viscosidade foi menos acentuado nas bebidas lácteas adicionadas de oligofrutose.

Villegas e Costell (2007) afirmam que o efeito da concentração de oligossacarídeo no aumento da viscosidade depende do grau de polimerização.

Ismail, Al-Saleh e Metwall (2013) observaram que a adição de fibra prebiótica alterou as propriedades reológicas das amostras de sorvete, aumentando significativamente a ($p < 0,01$) a viscosidade das amostras analisadas.

Em pesquisa realizada por Haully, Fuchs e Prudencio-Ferreira (2005) a viscosidade mais elevada do iogurte de soja suplementado pode ser explicada pela presença dos fruto-oligossacarídeos, que contribuem para o aumento de sólidos totais no produto. A adição de fibras naturais em produtos fermentados contribui com a firmeza e diminuição da sinérese (McCANN; FABRE; DAY, 2011).

Semelhante ao encontrado na pesquisa, Akalin e Erisir (2008) observaram que houve diferenças significativas ($p < 0,05$) nos valores das viscosidades entre todas as misturas de gelados comestíveis probióticos e que a viscosidade aumentava devido à adição de oligofrutose e inulina à mistura. A elevada viscosidade aparente das amostras de sorvete probiótico contendo oligofrutose e inulina pode ser explicada pelas interações da fibra dietética e componentes líquidos da mistura do sorvete probiótico.

Gel-Nagar et al. (2002) observaram que o acréscimo do prebiótico inulina em sorvete de iogurte com baixo teor de gorduras aumenta significativamente sua viscosidade devido às interações da fibra solúvel com a parte aquosa do produto. A propriedade de hidratação das fibras pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles, pela quantidade das fibras solúveis, estrutura, composição química dos polissacarídeos, porosidade, tamanho de partícula, força iônica, pH e temperatura (ELLEUCH et al., 2008).

O aumento da viscosidade da mistura ocorre com a diminuição do teor de gordura (CODY et al., 2007).

Alguns autores observaram que o teor de gordura é inversamente proporcional à incorporação de ar e que os substitutos à base de proteína facilitam esta incorporação (MENDOZA; GARCÍA; SELGAS, (2001) *apud* Corte, (2008)). Portanto, pode-se concluir que os valores de viscosidade encontrados nas formulações de *frozen* elaboradas no presente estudo apresentaram-se elevados, entre outros fatores devido ao baixo conteúdo de gordura das formulações desenvolvidas.

O aumento da viscosidade aparente também pode ser explicado pela potencial interação entre as proteínas do leite e o FOS presente no sistema. Segundo Veiga e Goff (2005) as proteínas do leite presente nas formulações do sorvete contribuem para o aumento da viscosidade e da textura dos sorvetes. As proteínas do soro de leite, quando utilizadas, proporcionam muitas vantagens: melhoram a viscosidade, devido a sua capacidade de reter água, facilitam o batimento, aeração, realçam cor e sabor entre outros benefícios (PINHEIRO; PENNA, 2004).

Akalm, Karagözlü e Ünal (2008) observaram que a substituição da gordura de sorvetes por 4% de proteína isolada do soro resultou em maior viscosidade aparente e maior índice de consistência em relação à amostra regular, contendo 10% de gordura.

O valor mínimo para a densidade aparente é de 475 g/L para sorvete, segundo a legislação (BRASIL, 2005c). Pode ser observado na Tabela 11 que somente a formulação F1 está dentro do valor estipulado pela legislação apresentando valor de 484,30 g/L. As demais formulações que continham FOS incorporaram muito ar, apresentando alto *overrun* e valor de densidade baixo com valores de 449,14 g/L e 441,87 g/L respectivamente para formulações F2 e F3. Isso pode ser explicado pelo fato de que as proteínas do soro de leite e as fibras solúveis têm propriedades funcionais que facilitam a incorporação de ar. Segundo Silva (2004), a densidade é inversamente proporcional à aeração, isto é, à medida que aumenta a incorporação de ar diminui o valor da densidade aparente das formulações, devido ao aumento do volume em relação ao peso inicial.

Na mesma tabela pode ser observada que o *overrun* variou entre 52,69 e 61,67%. Quanto maior o conteúdo de fibra adicionado, maior o valor médio do *overrun*. Resultado semelhante foi encontrado por Romano (2012), onde o aumento da adição da fibra prebiótica inulina provocou uma maior incorporação de ar para formulação quando comparada com a amostra controle e apresentando teor de gordura inferior ao encontrado na presente pesquisa. Dzazio et al. (2007) obtiveram 82% de *overrun* para sorvete de abacaxi-pérola formulado com mel de abelhas.

A presença de proteínas do soro de leite facilitou a aeração da calda permitindo maior incorporação de ar nas formulações desenvolvidas. Para Sabatini et al. (2011), haja vista conferir maciez ao produto, a quantidade de ar em sorvete exerce influência significativa na qualidade.

A incorporação de ar está diretamente ligada ao tipo de matéria-prima utilizada na fabricação do produto, como é o caso do teor de gordura.

Karaca et al. (2009) avaliaram a redução de gordura em diferentes níveis em sorvetes e obtiveram valores de *overrun* entre 10 e 58%. Silva (2013a) observou que as formulações que apresentaram maior taxa de *overrun* foram exatamente às amostras com menor teor de gordura. Alamprese et al. (2002) *apud* Silva (2013a) afirmam em seus resultados que o *overrun* tem correlação inversa com o índice de gordura. Esse fato foi observado no presente estudo em que o baixo teor de gordura das formulações favoreceu o alto *overrun*, principalmente as que continham FOS na formulação.

Segundo Rodrigues et al. (2006), as proteínas do soro do leite por possuírem propriedades funcionais, facilitam a incorporação de ar na elaboração dos sorvetes. A aeração, de um modo geral, depende do conteúdo de sólidos totais e gorduras adicionados, ou seja, quanto maior o conteúdo de sólidos, e menores os de gorduras, maior será a incorporação de ar ao sorvete.

Gonçalves e Eberle (2008) obtiveram 20% de *overrun* para *frozen* iogurte; para estes autores, baixos valores de *overrun* caracterizam sorvetes mais pesados, enquanto percentagens maiores de *overrun* conferem produtos mais leves. Os valores obtidos se encontram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, que determina percentagem de incorporação de ar de 110% para sorvetes.

5.1.4 Análise de cor

Os resultados das análises de cor das formulações de *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu estão apresentados na Tabela 12:

Tabela 12 - Determinação de cor das formulações de *frozen* desenvolvidas.

Formulações	Análise de cor (Média ± DP)		
	L*	a*	b*
F1	82,09 ± 0,59 ^a	1,25 ± 0,11 ^a	52,75 ± 1,75 ^a
F2	82,29 ± 0,78 ^a	1,26 ± 0,12 ^a	52,73 ± 1,57 ^a
F3	82,27 ± 1,04 ^a	1,26 ± 0,18 ^a	53,19 ± 1,59 ^a

Fonte: Elaborado pela autora.

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

A cor é uma qualidade visual importante dos produtos alimentícios. A natureza e composição química física do objeto são responsáveis pela transmissão, reflexão e absorção de saída de luz a partir de diferentes fontes (CAVALCANTE, 1995).

Os valores de luminosidade observados foram de 82,09, 82,29 e 82,27, respectivamente, para as formulações F1, F2 e F3.

Silva (2007) obteve valores para o parâmetro L* em amostras de iogurte elaboradas com culturas probióticas, de 82,80 similares a presente pesquisa. Resultado semelhante foi observado por Silva (2013a) em formulações de sorvete de cajá.

Dos valores das coordenada a* observados de 1,25, 1,26 e 1,26 respectivamente para as formulações F1, F2 e F3, observa-se a intensidade da cor verde, já a coordenada b* demonstra intensidade da cor amarela nas três supracitadas, apresentando valores de 52,75, 52,73 e 53,19, respectivamente, para as formulações F1, F2 e F3. Como podem ser observados os resultados não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), visto que a adição de corante padronizou a coloração, indicando que todas as formulações apresentaram coloração clara e amarelada (Figura 11).

Figura 11 - Formulações de *frozen* de bebida láctea fermentada probiótica, sabor cajá-umbu.

Fonte: Autora.

5.2 Avaliação microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas dos *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu, estão expressos na Tabela 13.

A legislação brasileira, através da Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), especifica os padrões microbiológicos vigentes para gelados comestíveis, definindo os limites para a contagem de bactérias coliformes a 45 °C (5×10^1 UFC/g), estafilococos coagulase positiva (5×10^2 UFC/g), além de exigir ausência de *Salmonella* sp em 25g.

Tabela 13 - Resultados das análises microbiológicas das formulações de *frozen* desenvolvidas.

Formulações	Análises Microbiológicas		
	Coliformes Termotolerantes (UFC/g)	<i>Staphylococcus coagulase positiva/g</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> sp/25g (ausência/presença)
F1	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^2$	Ausência
F2	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^2$	Ausência
F3	$<1 \times 10^1$	$<1 \times 10^2$	Ausência

Fonte: Elaborado pela autora.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

Devido à sua composição (gordura, leite, açúcares, estabilizantes, emulsificantes, aromatizantes, corantes e outros) o sorvete é um alimento propício para o desenvolvimento de microrganismos (OKURA et al., 2009). No entanto, a contaminação só ocorre em casos de negligência nos procedimentos de produção (SEOLIN et al., 2013).

Os resultados para coliformes apresentaram-se $<1 \times 10^1$, para *Staphylococcus coagulase positiva/g*, $<1 \times 10^2$ e ausência em análise de *Salmonella* sp, para todas as formulações.

Segundo Tebaldi et al. (2008), a presença de microrganismos indicadores de qualidade superior aos limites estabelecidos na legislação fornece informações, tais como condições higiênico-sanitárias deficientes, multiplicação no produto em decorrência de falhas no processamento e/ou estocagem e matéria prima com contaminação excessiva.

Todas as formulações elaboradas atenderam aos padrões microbiológicos estabelecidos na legislação (BRASIL, 2001), portanto, apresentam-se próprios ao consumo. Desta forma, podem-se evidenciar boas práticas de fabricação, qualidade da matéria-prima utilizada e condições adequadas de armazenamento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Seolin et al. (2013) em que os sorvetes elaborados com FOS em substituição ao açúcar apresentavam-se dentro dos limites da legislação vigente. Segundo os autores, a utilização de matéria-prima de excelente qualidade e adoção das normas de higiene é determinante para obtenção de produtos com qualidade microbiológica satisfatória.

Os resultados da pesquisa corroboraram com os encontrados por Silva (2011), onde não foi detectada a presença de coliformes a 45 °C, *Staphylococcus coagulase positiva/g* ou *Salmonella* spp. em nenhuma das amostras das formulações de sorvete probiótico à base de leite de cabra, por Lamounier et al. (2012), em formulações de sorvete enriquecido com fibras de linhaça, Chinetale et al. (2011), em amostras de gelados comestíveis de leite de búfala, adicionados de fibras alimentares e, Chinelate (2008), em gelados comestíveis funcionais, quanto à conformidade microbiológica com os padrões estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2001) para todas as amostras analisadas.

5.3 Estabilidade físico-química

Os testes de estabilidade permitem conhecer o grau de perda de qualidade do produto ou de interação com a embalagem. Ou seja, vai depender dos componentes do sistema alimento-embalagem, processo de fabricação, boas práticas de fabricação, condições de estocagem (temperatura, umidade relativa, luz etc.). Tais perdas de qualidade, geralmente, levam à rejeição do produto alimentício, devido às alterações nos aromas e sabores característicos (FARIA; WALTER, CRUZ, 2011).

A estabilidade do produto adicionado de fibras prebióticas é favorecida por sua capacidade de retenção de umidade sem aumentar a atividade de água do produto (PATEL; GOYAL, 2011; JACOB; PRAPULLA, 2012).

Pode-se observar na Tabela 14, que estatisticamente, os resultados referentes à acidez, expressa em ácido láctico, com relação aos tempos da estabilidade, somente a formulação F2 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$), apresentando-se estável, durante os 35 dias de armazenamento.

Tabela 14 - Valores de acidez (% em ácido láctico) entre as formulações, durante o período de armazenamento.

Tempo (dias)	Valores de acidez (% em ácido láctico) (Média $\pm$ DP)		
	F1	F2	F3
1	0,80 $\pm$ 0,01 ^{abA}	0,80 $\pm$ 0,01 ^{bA}	0,79 $\pm$ 0,01 ^{aA}
7	0,80 $\pm$ 0,01 ^{Ba}	0,81 $\pm$ 0,01 ^{bA}	0,79 $\pm$ 0,01 ^{aA}
14	0,81 $\pm$ 0,01 ^{aA}	0,81 $\pm$ 0,01 ^{aA}	0,80 $\pm$ 0,01 ^{aAB}
21	0,81 $\pm$ 0,01 ^{aA}	0,81 $\pm$ 0,01 ^{aA}	0,80 $\pm$ 0,01 ^{aAB}
28	0,83 $\pm$ 0,01 ^{bB}	0,81 $\pm$ 0,01 ^{aA}	0,81 $\pm$ 0,01 ^{aB}
35	0,84 $\pm$ 0,01 ^{bB}	0,81 $\pm$ 0,01 ^{aA}	0,81 $\pm$ 0,01 ^{aB}

Fonte: Elaborado pela autora.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

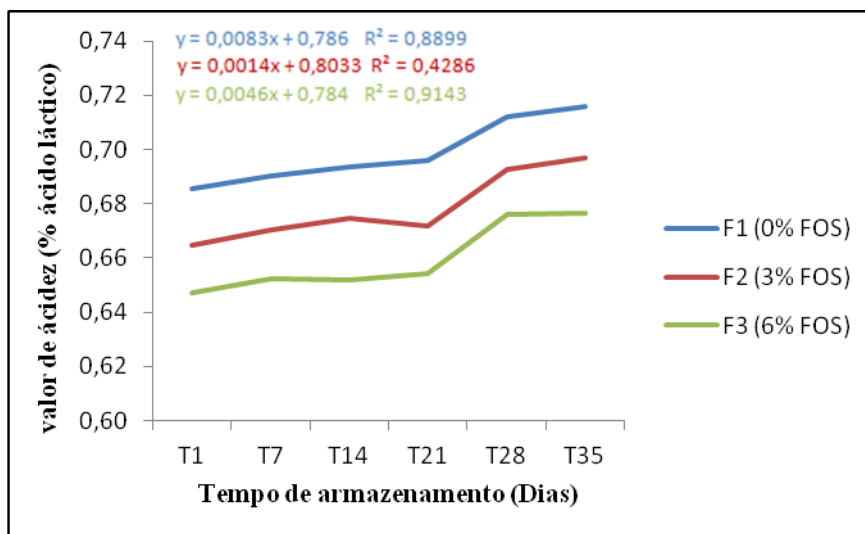
As formulações F1 e F3 obtiveram, no 28º dia de estocagem, resultados maiores de acidez, devido à conversão da lactose em ácido láctico. Entretanto, os teores médios de acidez apresentados pelas amostras de *frozen* estão dentro dos limites estabelecidos por BRASIL (1997), que é de 0,6 a 2% (m/m). Entre as formulações, apenas nos tempos 14 e 21 dias, não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$).

As formulações contendo o prebiótico FOS, apresentaram-se mais estáveis em relação à amostra controle, sem FOS. A formulação F2 não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) durante o armazenamento e a formulação F3 não apresentou diferença a partir do 14º dia. Resultado semelhante foi encontrado por Pinto (2012), analisando amostras de *frozen* iogurte, onde nenhuma mudança significativa na acidez titulável das amostras foi verificada durante o período de armazenamento ou entre as amostras, provavelmente por causa da baixa temperatura de estocagem (-18 °C).

Mundim (2008), durante o armazenamento de iogurte suplementado de fibra prebiótica e Oliveira (2008), em amostras de leite fermentado simbiótico, observaram aumento no valor de acidez durante o armazenamento. Segundo os autores, o aumento da acidez é devido à produção continuada de ácidos pelas bactérias lácticas.

Pode-se observar no Gráfico 1, o aumento da acidez durante o período de armazenamento. A formulação controle (F1) apresentou maior acidez em comparação às amostras que continham o prebiótico. Os valores médios observados no 35º dia apresentam diferença significativa entre as formulações ($p < 0,05$).

Figura 12 - Variação dos valores de acidez (% em ácido láctico) das formulações de *frozen* ao longo do período de armazenamento.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os valores de pH obtidos durante o armazenamento podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Valores de pH obtidos, entre as diferentes formulações, durante o período de armazenamento.

Tempo (dias)	Valores de pH (Média ± DP)		
	F1	F2	F3
1	4,45 ± 0,03 ^{abB}	4,44 ± 0,03 ^{aA}	4,48 ± 0,02 ^{bB}
7	4,43 ± 0,03 ^{aB}	4,42 ± 0,04 ^{aA}	4,47 ± 0,03 ^{bB}
14	4,42 ± 0,03 ^{aB}	4,42 ± 0,05 ^{aA}	4,44 ± 0,04 ^{aAB}
21	4,42 ± 0,04 ^{aB}	4,42 ± 0,04 ^{aA}	4,44 ± 0,04 ^{aAB}
28	4,34 ± 0,03 ^{aA}	4,41 ± 0,04 ^{bA}	4,42 ± 0,05 ^{bA}
35	4,33 ± 0,02 ^{aA}	4,41 ± 0,03 ^{bA}	4,41 ± 0,04 ^{bA}

Fonte: Elaborado pela autora.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$.

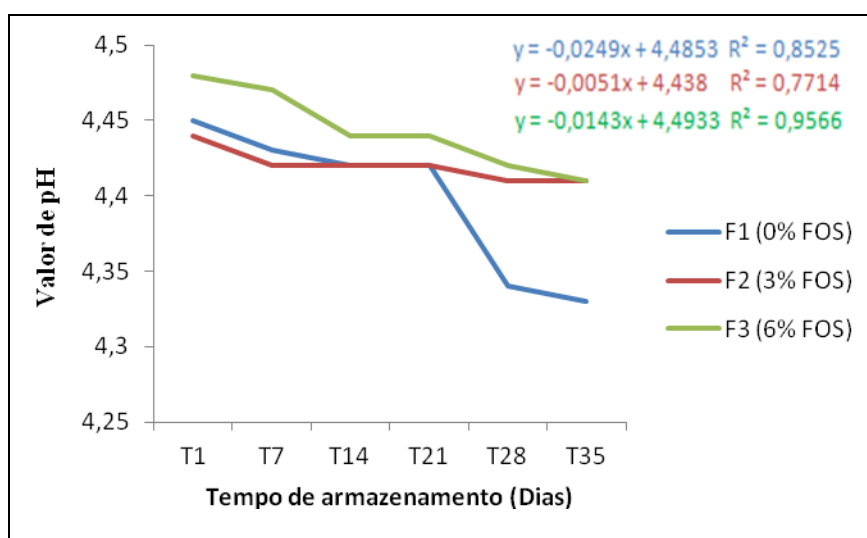
Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

Como pode ser observado na Tabela 15, os resultados apresentados mostraram-se dentro do esperado. Houve uma diminuição significativa ($p < 0,05$) para a formulação controle a partir do 28º dia de armazenamento. Entretanto, as amostras contendo 3% de FOS na formulação apresentou-se estável, seguida da formulação F3, que não apresentou diferença significativa a partir do 14º dia.

A partir do 28º dia, a amostra controle apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) em relação às amostras contendo FOS, com valores de pH menores em relação às demais.

Como pode ser observado no Gráfico 2, o valor médio de pH da formulação controle (F1) apresentou queda expressiva após o 21º dia de armazenamento, entretanto, somente a partir do 28º dia observou-se diferença significativa entre os valores de pH em relação aos demais tempos e às demais formulações.

Figura 13 - Variação dos valores de pH das formulações de *frozen* ao longo do período de armazenamento.



Fonte: Elaborado pela autora.

Essa tendência à redução do pH também foi observada em todas as formulações estudadas por Padilha (2013), durante o armazenamento e que, somente no 28º dia, houve uma redução estatisticamente significativa ($p < 0,05$) apenas para a formulação controle, sem adição de cultura probiótica e fibras prebióticas e apresentando os valores de pH mais elevados em relação às demais formulações estudadas.

Os teores de vitamina C obtidos nas formulações desenvolvidas estão apresentados na Tabela 16. Como era esperado, houve um decréscimo durante os 35 dias de armazenamento, apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tempos analisados.

Tabela 16 - Teores de Vitamina C obtidos, entre as diferentes formulações, durante o período de armazenamento.

Tempo (dias)	Teor de Vitamina C (mg/100 g) (Média ± DP)		
	F1	F2	F3
1	14,33 ± 0,87 ^{aC}	15,22 ± 0,81 ^{aD}	17,04 ± 0,85 ^{bE}
7	14,04 ± 0,86 ^{aC}	15,20 ± 0,76 ^{bD}	16,72 ± 0,91 ^{cDE}
14	13,00 ± 0,90 ^{aBC}	14,04 ± 0,87 ^{bCD}	15,25 ± 0,44 ^{cBC}
21	12,35 ± 1,12 ^{aB}	13,92 ± 0,94 ^{bBC}	15,69 ± 0,88 ^{cCD}
28	12,44 ± 1,20 ^{aB}	12,90 ± 0,87 ^{bB}	14,26 ± 0,75 ^{bAB}
35	10,58 ± 1,26 ^{aA}	11,28 ± 0,89 ^{aA}	13,63 ± 0,95 ^{bA}

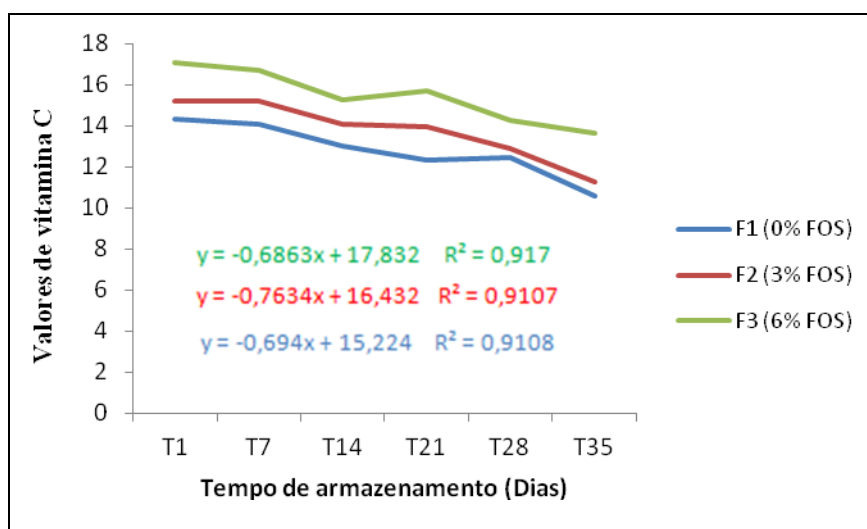
Fonte: Elaborado pela autora.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

A diminuição do teor de vitamina C deve-se, entre outros fatores, ao fato dessa vitamina ser muito sensível à temperatura, alterações de pH, acidez etc. Entretanto, a diminuição do teor de ácido ascórbico ou vitamina C ocorre principalmente pelo fato de ser rapidamente oxidado quando exposto ao ar, tornando-se mais sensível à degradação durante o processamento e estocagem por possuir características de uma vitamina hidrossolúvel e termolábil (DANIELI et al., 2009; DANTAS et al., 2010). As formulações desenvolvidas são produtos aerados, e ao incorporarem oxigênio na etapa de batimento e aeração, tornam-se susceptíveis ao processo oxidativo, com consequente perda do teor de vitamina C durante o armazenamento.

Como podem ser observados no Gráfico 3, os teores de vitamina C apresentaram decréscimo ao longo do período de armazenamento.

Figura 14 - Variação de Vitamina C das formulações de *frozen* ao longo do período de armazenamento.

Fonte: Elaborado pela autora.

Tendo em vista os resultados apresentados, pode-se observar que o processamento de gelados comestíveis é eficiente em preservar a vitamina C em níveis acima de 70 %, o que pode ser considerado um bom índice, considerando-se a instabilidade do componente.

Os resultados da estabilidade referentes a análise de cor podem ser observadas na Tabela 17.

Tabela 17 - Valores médios obtidos para análise de cor, entre as diferentes formulações, durante o período de armazenamento.

Parâmetros	Tempo (dias)	Análise de cor (Média $\pm$ DP)		
		F1	F2	F3
L*	1	82,09 $\pm$ 0,59 ^{aA}	82,29 $\pm$ 0,78 ^{aA}	82,27 $\pm$ 1,04 ^{aA}
	20	81,84 $\pm$ 1,40 ^{aA}	82,07 $\pm$ 1,36 ^{aA}	82,12 $\pm$ 1,30 ^{aA}
	35	81,55 $\pm$ 0,81 ^{aA}	81,67 $\pm$ 0,79 ^{aA}	81,59 $\pm$ 1,08 ^{aA}
a*	1	1,25 $\pm$ 0,11 ^{aA}	1,26 $\pm$ 0,11 ^{aA}	1,26 $\pm$ 0,18 ^{aA}
	20	1,25 $\pm$ 1,26 ^{aA}	1,23 $\pm$ 0,13 ^{aA}	1,25 $\pm$ 0,11 ^{aA}
	35	1,26 $\pm$ 1,25 ^{aA}	1,27 $\pm$ 0,24 ^{aA}	1,25 $\pm$ 0,29 ^{aA}
b*	1	52,73 $\pm$ 1,75 ^{aA}	52,61 $\pm$ 1,57 ^{aA}	53,20 $\pm$ 1,59 ^{aA}
	20	52,54 $\pm$ 1,21 ^{aA}	53,00 $\pm$ 1,89 ^{aA}	53,02 $\pm$ 1,79 ^{aA}
	35	53,59 $\pm$ 1,46 ^{aA}	53,80 $\pm$ 1,50 ^{aA}	53,07 $\pm$ 1,50 ^{aA}

Fonte: Elaborada pela autora.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p < 0,05$. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p < 0,05$.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

Fonte: Elaborado pela autora.

A adição de corante favoreceu a padronização da cor entre as formulações. Pode-se observar que as formulações desenvolvidas não apresentaram, estatisticamente, diferença significativa ($p > 0,05$) entre elas e durante o período de armazenamento.

Os carotenoides, responsáveis pela coloração dos frutos quando processados, tornam-se mais susceptíveis às alterações provocadas pelo calor, luz, concentração de oxigênio durante o armazenamento, sofrendo auto-oxidação, originando o escurecimento (LIN; CHEN, 2005).

A etapa de congelamento das formulações desenvolvidas favoreceu a inativação de enzimas responsáveis pela degradação do β -caroteno, principal pigmento responsável pela cor amarela do fruto, mantendo a coloração sem alteração significativa durante o período de armazenamento. De fato, pode-se observar certa estabilidade, principalmente nas formulações contendo FOS para os parâmetros analisados, mas a adição de fibra não influenciou na

manutenção dos parâmetros de cor analisados visto que a formulação controle, sem fibra prebiótica, apresentou comportamento semelhante durante o período de armazenamento analisado.

Com relação à viscosidade, as formulações apresentaram, entre si, diferença significativa ($p < 0,05$) durante o período de armazenamento, como pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 18 - Valores médios obtidos para análise de viscosidade, entre as diferentes formulações, durante o período de armazenamento.

Tempo (dias)	Viscosidade (cPas) (Média $\pm$ DP)		
	F1	F2	F3
1	862,86 $\pm$ 0,87 ^{aB}	1027,22 $\pm$ 7,67 ^{bB}	1073,70 $\pm$ 1,89 ^{cB}
20	851,75 $\pm$ 0,86 ^{aA}	1019,29 $\pm$ 0,76 ^{bA}	1072,06 $\pm$ 0,91 ^{cAB}
35	849,90 $\pm$ 9,96 ^{aA}	1017,35 $\pm$ 4,52 ^{bA}	1069,41 $\pm$ 4,62 ^{cA}

Fonte: Elaborado pela autora.

Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

Considerando os valores médios pode-se concluir que, quanto maior a concentração de FOS, maior a viscosidade do produto, devido às interações da fibra dietética e componentes líquidos da mistura do *frozen* elaborado.

Com relação aos tempos de estudo analisados, as amostras não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) nos dois últimos tempos (20 e 35 dias) para todas as formulações, entretanto, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) com relação ao tempo inicial e entre as formulações desenvolvidas.

5.4. Viabilidade das bactérias lácticas.

As Tabelas 19 e 20 apresentam os valores médios (UFC/g) das contagens de bactérias lácticas tradicionais *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, respectivamente, das formulações desenvolvidas nas diferentes concentrações de FOS durante os 35 dias de armazenamento à temperatura de -18 °C.

Tabela 19 - Contagem média do número de células viáveis de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* das formulações elaboradas nas diferentes concentrações de FOS durante o tempo de armazenamento de 35 dias (UFC/g).

Formulações	Tempo de estocagem (dias) - <i>Streptococcus salivarius</i> ssp. <i>thermophilus</i>					
	1	7	14	21	28	35
F1	$2,7 \times 10^8$	$3,5 \times 10^8$	$3,3 \times 10^8$	$2,7 \times 10^8$	$3,3 \times 10^8$	$3,0 \times 10^7$
F2	$2,8 \times 10^8$	$3,7 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$	$2,9 \times 10^8$	$3,0 \times 10^8$	$3,2 \times 10^7$
F3	$7,0 \times 10^8$	$6,7 \times 10^8$	$6,3 \times 10^8$	$6,9 \times 10^8$	$7,0 \times 10^8$	$6,8 \times 10^7$

Fonte: Elaborado pela autora.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

Tabela 20 - Contagem média do número de células viáveis de *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* das formulações elaboradas nas diferentes concentrações de FOS durante o tempo de armazenamento de 35 dias (UFC/g).

Formulações	Tempo de estocagem (dias) - <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>bulgaricus</i>					
	1	7	14	21	28	35
F1	$9,1 \times 10^5$	$8,4 \times 10^5$	$7,8 \times 10^5$	$3,5 \times 10^5$	$7,6 \times 10^5$	$6,4 \times 10^4$
F2	$1,1 \times 10^6$	$3,7 \times 10^5$	$3,5 \times 10^5$	$2,6 \times 10^5$	$2,9 \times 10^5$	$3,2 \times 10^4$
F3	$1,8 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$9,5 \times 10^5$	$4,9 \times 10^5$	$4,9 \times 10^5$	$1,1 \times 10^5$

Fonte: Elaborado pela autora.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

Apesar de não existir valor de referência para contagem total de células viáveis na legislação de gelados comestíveis, o *frozen* de bebida láctea fermentada precisa atender as exigências da legislação de sua base láctea, portanto para caracterizar sua base láctea adotou-se como padrão o valor estabelecido para bebida láctea fermentada.

Segundo a legislação (BRASIL, 2005b), a contagem total de bactérias lácticas viáveis deve ser, no mínimo, de 10^6 UFC/g ou mL, no produto final, para o(s) cultivo(s) láctico(s) específico(s) empregado(s), durante todo o prazo de validade. A manutenção do número de células viáveis das bactérias lácticas tradicionais nas formulações analisadas atende aos valores estabelecidos pela legislação brasileira em vigor.

Apesar da diminuição na contagem aos 35 dias para ambas as culturas analisadas, a contagem de bactérias lácticas totais manteve-se acima do valor mínimo estabelecido segundo a legislação. Ressalta-se que a legislação não separa os microrganismos, portanto, na enumeração total todas as amostras estavam de acordo com o padrão preconizado.

Os valores encontrados para *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* foram semelhantes aos encontrados por Corte (2008), entretanto, observou-se valores de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* inferiores, nesta pesquisa.

A maior ou menor resistência ao congelamento é uma característica própria do microrganismo, isto é, varia com o gênero e espécie do mesmo.

Observou-se predominância de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* em comparação ao *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*.

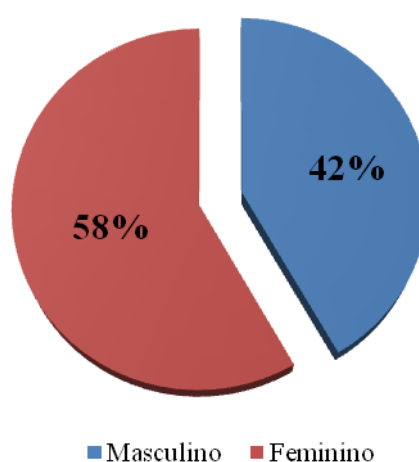
A cultura de *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* mostrou-se mais resistente ao congelamento em relação aos *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* durante o armazenamento. As diferentes concentrações de FOS não influenciaram na contagem das bactérias lácticas entre as formulações.

5.5 Análise sensorial: aceitação e intenção de compra

5.5.1 Caracterização dos provadores

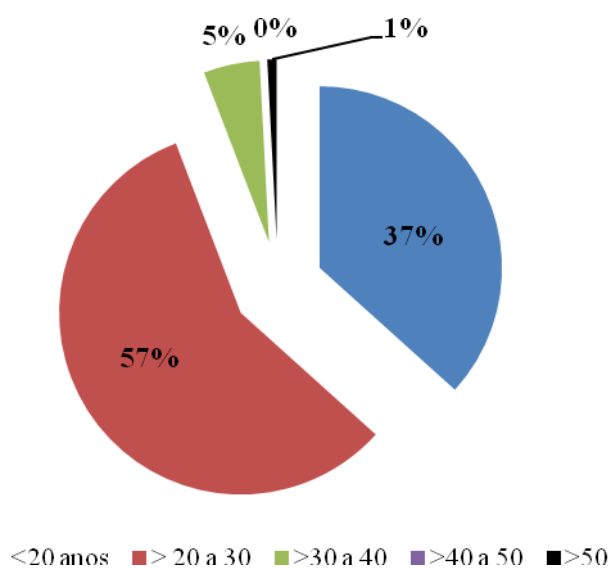
Para a caracterização da equipe sensorial, foram considerados: sexo, idade e grau de escolaridade. Dos 120 provadores, 58% mulheres e 42% homens (Figura 15), participantes desta pesquisa, 94% têm idade entre < 20 e < 30 anos (Figura 16). Quanto ao nível de escolaridade, 72% possuem curso superior incompleto (Figura 17).

Figura 15 - Distribuição dos provadores por sexo, no teste de aceitação de *frozen* desenvolvidos.



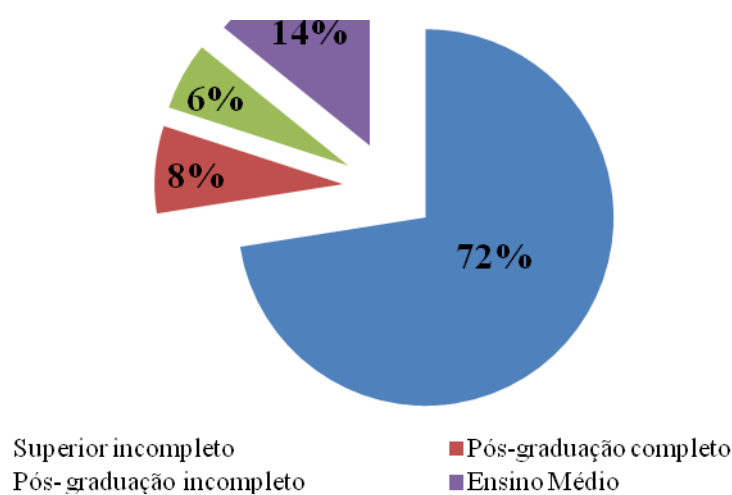
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 16 - Distribuição dos provadores por faixa etária, no teste de aceitação de *frozen* desenvolvidos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 17 - Distribuição dos provadores por grau de escolaridade, no teste de aceitação de *frozen* desenvolvidos.



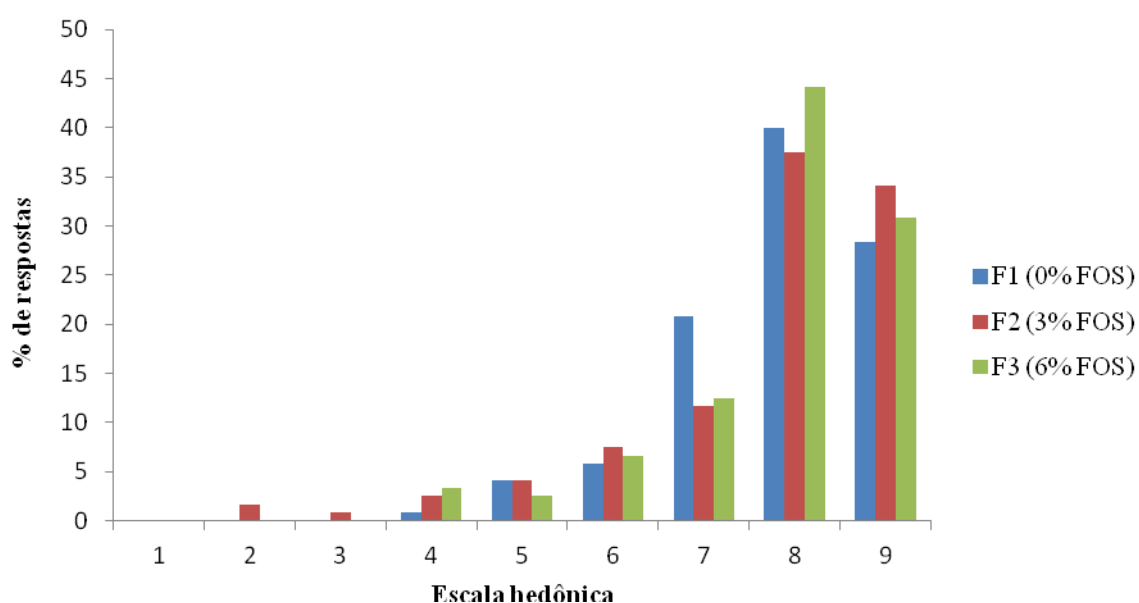
Fonte: Elaborado pela autora.

5.5.2 Teste de aceitação

Os resultados do teste de aceitação para as formulações de *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu, quanto aos atributos aparência, odor, sabor, textura e aceitação global estão apresentados nas Figuras 18 a 22.

A frequência hedônica relacionada ao atributo aparência pode ser observada na Figura 18. Observa-se que os percentuais de respostas para ao atributo aparência, apresentou maior frequência de resposta entre as categorias 7 (gostei moderadamente) e 9 (gostei extremamente), atingindo mais de 80% de respostas. Todas as formulações alcançaram maiores percentuais de respostas na categoria 8 da escala hedônica, correspondente a “gostei muito”, com percentuais de 40%, 38% e 44% para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente.

Figura 18 - Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo aparência das três formulações de *frozen* desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).

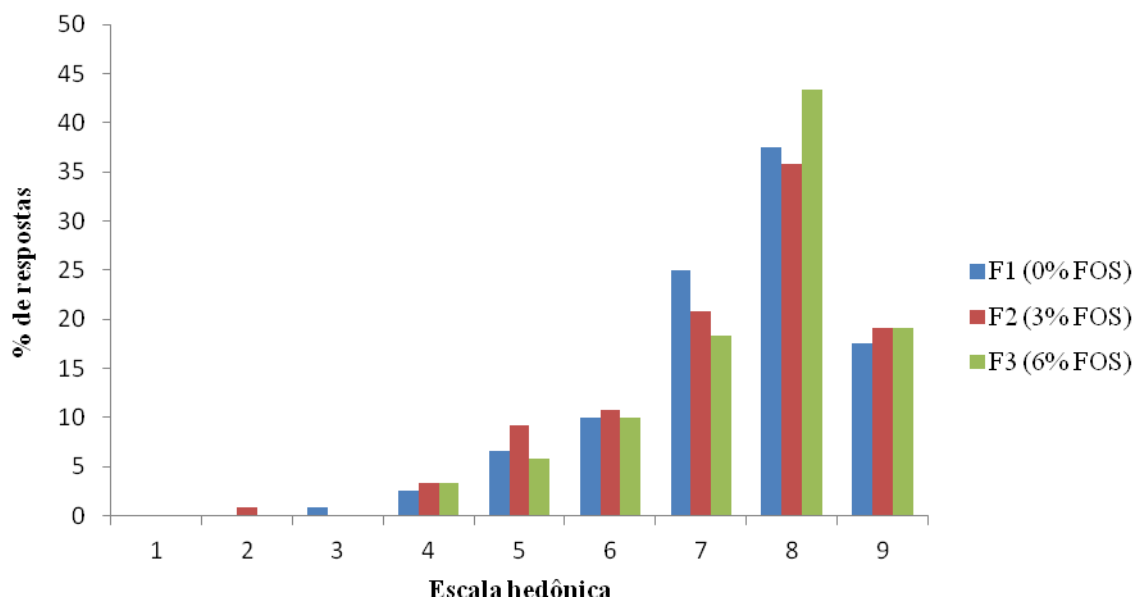


Fonte: Elaborado pela autora.

A frequência hedônica relacionada ao atributo odor pode ser observada na Figura 19. Observando-se os percentuais de respostas para o atributo odor, verifica-se que as três formulações apresentaram bom nível de aceitação, tendo maior frequência de respostas situando-se entre as categorias “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”. Pode-se observar que foram atribuídas as menores notas para as amostras F1 e F2.

Observa-se que os percentuais de respostas para ao atributo odor, apresentou maior frequência de resposta entre as categorias 7 (gostei moderadamente) e 9 (gostei muitíssimo) atingindo mais de 80% de respostas. A categoria 8 (gostei muito) atingiu os maiores percentuais de respostas para todas as formulações, com percentuais de 38%, 36% e 46% para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente.

Figura 19 - Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo odor das três formulações de *frozen* desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).



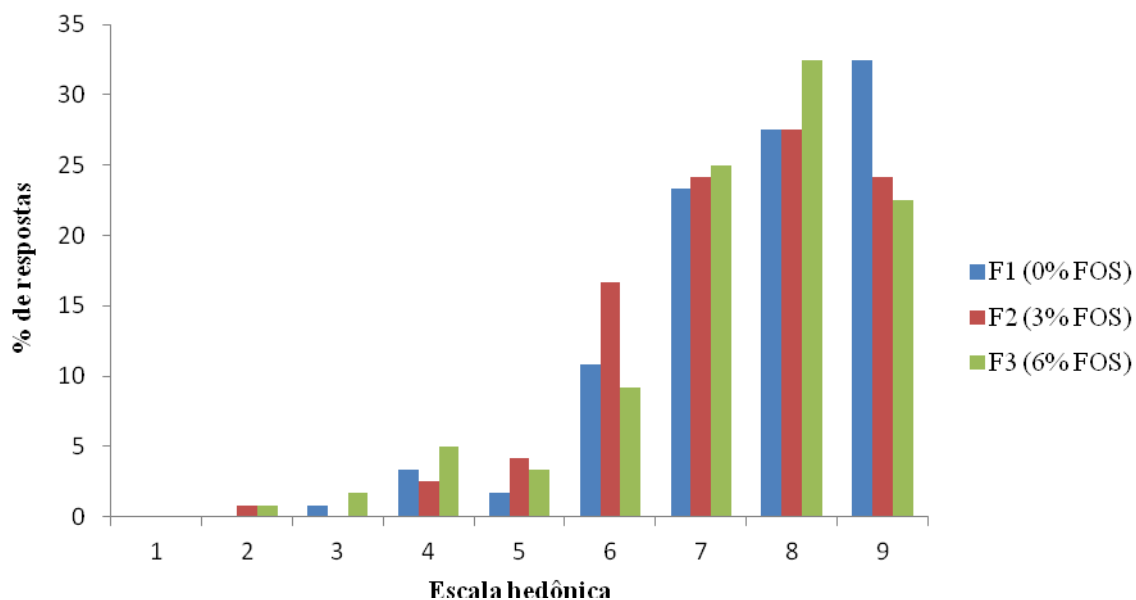
Fonte: Elaborada pela autora.

A frequência hedônica relacionada ao atributo sabor pode ser observada na Figura 20. De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que as notas atribuídas situaram-se na escala hedônica, entre as categorias “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo” atingindo mais de 80% das formulações.

Na categoria 7, as amostras apresentaram percentuais de 23%, 24% e 25% respectivamente, para as formulações F1, F2 e F3.

A categoria 8 (gostei muito) atingiu os maiores percentuais de respostas para todas as formulações, com percentuais de 28%, 28% e 33% para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente, seguido da categoria 9 (gostei muitíssimo), que atingiu percentuais de respostas para todas as formulações, com percentuais de 33%, 24% e 23% para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente.

Figura 20 - Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo sabor das três formulações de *frozen* desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).



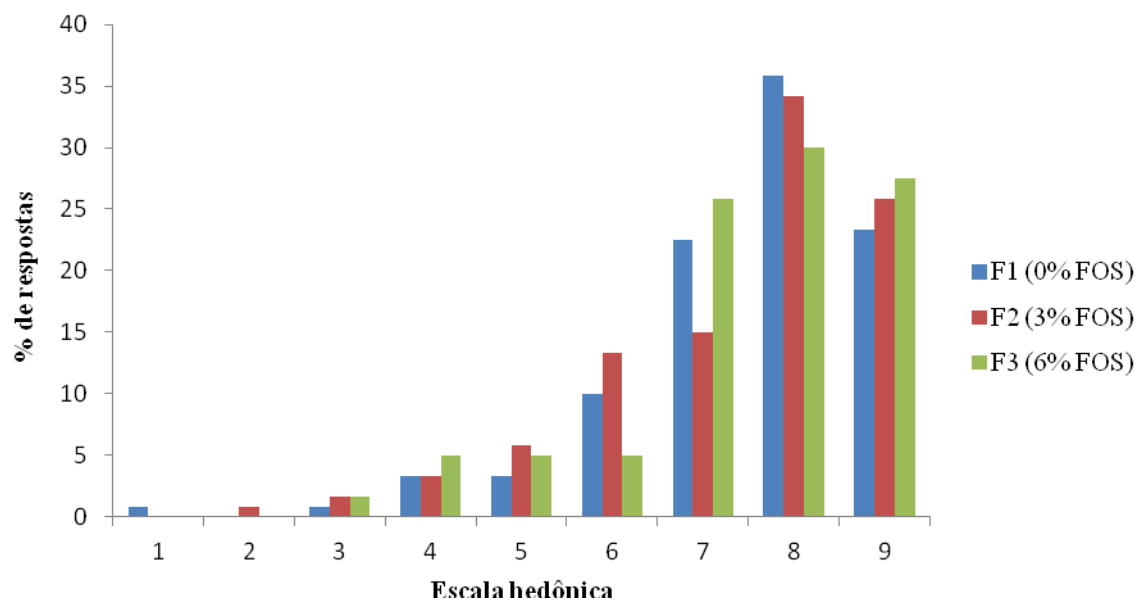
Fonte: Elaborado pela autora.

A frequência hedônica relacionada ao atributo textura pode ser observada na Figura 21. De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que as notas atribuídas situaram-se na escala hedônica, entre as categorias “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”, atingindo mais de 80% das formulações.

Na categoria 7, as amostras apresentaram percentuais de 23%, 15% e 16% respectivamente, para as formulações F1, F2 e F3.

A categoria 8 (gostei muito) atingiu os maiores percentuais de respostas para todas as formulações, com valores de 36%, 34% e 30% para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente, seguida da categoria 9 (gostei muitíssimo), que atingiu percentuais de respostas para todas as formulações, com percentuais de 23%, 26% e 28% para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente.

Figura 21 - Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo textura das três formulações de *frozen* desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).



Fonte: Elaborado pela autora.

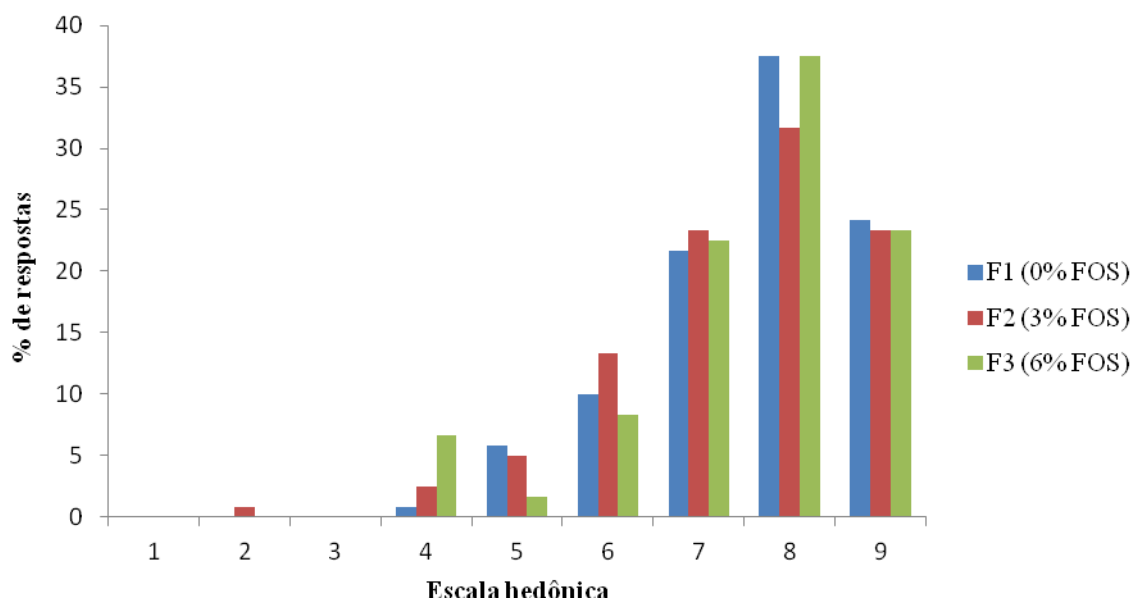
A frequência hedônica relacionada ao atributo aceitação global pode ser observada na Figura 22.

Na avaliação da aceitação global, todos os atributos das formulações são avaliados simultaneamente. Observando-se a frequência das repostas hedônicas para a aceitação global, pode-se observar que as notas atribuídas situaram-se na escala hedônica, entre as categorias “gostei moderadamente” e “gostei muitíssimo”, atingindo mais de 80% das formulações.

As formulações F1 e F3 apresentaram maior percentual de respostas distribuídas entre as categorias de gostar da escala (7 - gostei moderadamente e 9 - gostei muitíssimo), acumulando 84% e 93% de respostas, respectivamente.

A categoria 8 (gostei muito) atingiu os maiores percentuais de respostas para todas as formulações, com valores de 38%, 32% e 38% para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente, seguida da categoria 9 (gostei muitíssimo), que atingiu percentuais de respostas, de 24%, 23% e 23% para as formulações F1, F2 e F3, respectivamente.

Figura 22 - Histograma de distribuição de frequência de provadores para avaliação da aceitação do atributo aceitação global das três formulações de *frozen* desenvolvidas (F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS). Escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo).



Fonte: Elaborado pela autora.

O impacto sensorial da adição de fibras com potencial prebiótico em alimentos como sorvete precisa ser considerado no desenvolvimento de produtos. Tem sido observado que alimentos adicionados de fibras prebióticas como oligofrutose, possuem alto índice de aceitação, além de perfis mais adequados de textura, sabor e aparência, quando comparados com as formulações sem adição de fibras (DUTCOSKY et al., 2006; CARDARELLI et al., 2008b).

Os resultados da análise sensorial, expressos em termos dos escores médios atribuídos pelos provadores para os atributos sensoriais de cada uma das formulações desenvolvidas, estão apresentados na Tabela 21.

Segundo Frosty, Dijksterhuis e Martens (2005), o sorvete é um alimento complexo de ser avaliado sensorialmente, pois diversos fatores entre eles, teor de gordura, aromas adicionados e matéria prima empregada influenciam na análise. Portanto, quando agentes prebióticos como oligofrutose (FOS) são incorporados a gelados comestíveis, pode ser feita uma redução na quantidade de sacarose adicionada na formulação.

Testes sensoriais são importantes para determinar a quantidade mais adequada do ingrediente prebiótico a ser adicionado à formulação do produto, de forma a conferir uma doçura equivalente à sacarose, sem prejuízos sobre a aceitação do produto (CRUZ et al., 2011b).

Tabela 21 - Escores médios e desvios padrão referentes aos atributos sensoriais das formulações de *frozen* desenvolvidas.

Atributos	Formulações de <i>frozen</i> de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá- umbu (Média ± DP)		
	F1	F2	F3
Aparência	7,80 ± 1,10 ^a	7,71 ± 1,50 ^a	7,80 ± 1,28 ^a
Odor	7,38 ± 1,30 ^a	7,31 ± 1,42 ^a	7,50 ± 1,26 ^a
Sabor	7,65 ± 1,33 ^a	7,39 ± 1,37 ^a	7,36 ± 1,51 ^a
Textura	7,48 ± 1,43 ^a	7,40 ± 1,54 ^a	7,50 ± 1,45 ^a
Aceitação Global	7,62 ± 1,18 ^a	7,43 ± 1,36 ^a	7,53 ± 1,34 ^a

Fonte: Elabora pela autora.

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$;

Escala hedônica de nove pontos desde 9=gostei extremamente a 1=desgostei extremamente.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

De maneira geral, os resultados sensoriais revelaram que as formulações elaboradas com a utilização de diferentes concentrações de fruto-oligossacarídeo em substituição parcial da sacarose não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$) para nenhum dos atributos sensoriais, embora, a formulação F1 tenha obtido as maiores médias em termos absolutos para os atributos de sabor e aceitação global. Com relação às médias obtidas, pode-se afirmar que todas as amostras corresponderam, na escala hedônica, entre os termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

A formulação F3 apresentou valores médios semelhantes à formulação F1. Em termos absolutos, para os atributos de sabor e aceitação global, a formulação F3 apresentou as menores médias em comparação a F1.

As propriedades sensoriais da oligofrutose mencionadas por Roberfroid (2005), incluindo aumento de sabor, textura acentuada e leve doçura podem ter sido parcialmente responsáveis pelos altos escores de aceitação e sabor das amostras.

Franco et al. (2014) ao elaborarem pão de forma com adição de fibra prebiótica, observaram que não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre as formulações em nenhum dos atributos avaliados e todas as formulações apresentaram IA acima de 70%, que as classifica com boa aceitação sensorial.

A primeira impressão que se tem de um alimento, é geralmente visual, sendo que a aparência é um dos aspectos considerados fundamentais na qualidade e aceitação do produto (Miguel, 2009).

No que diz respeito ao atributo aparência, os resultados obtidos entre 7,71 e 7,80 mostraram que foram obtidas as maiores médias em relação aos demais atributos analisados nas formulações de *frozen*.

Um aspecto de grande importância que deve ser ressaltado é o odor, que constitui um dos principais fatores que afetam a aceitação de um produto alimentício. Nesse sentido, é possível que a aceitação com relação ao atributo odor das amostras F1 e F2 processadas neste estudo, tenham apresentado valores médios inferiores aos demais atributos devido à ausência de aromatizante artificial para reforçar o aroma natural da polpa de cajá-umbu. Além disso, segundo Narain, Galvão e Madruga (2007), a fruta madura tem compostos voláteis que contribuem para o aroma, entretanto quanto maior o tempo de cocção, maiores as perdas do aroma natural da fruta (LUBIANA, 2002).

Devido ao preparado de fruta ter sofrido aquecimento nas etapas de pasteurização e concentração, ocorreu perda de compostos voláteis da polpa de cajá-umbu. Vale ressaltar que produtos a base de frutas do gênero *Spondias* destacam-se pelo sabor e aroma exótico, características que repercutem positivamente sobre o valor comercial. Além dos atributos sensoriais, frutas desse gênero apresentam importante composição em compostos bioativos com capacidade antioxidante (SILVA et al., 2012). Associado ao processo de fermentação, a adição de frutas tem melhorado as características de aromas e sabor das bebidas lácteas, visto que a incorporação de diferentes proporções de polpa resulta no aumento da aceitabilidade (OLIVEIRA et al., 2006; CALDEIRA et al., 2010; MOREIRA et al., 2010; SILVA et al., 2010).

Para Alves et al. (2009), o sabor agradável e a textura atrativa são características essenciais em produtos lácteos. A redução do teor de sacarose nas formulações, em consequência da substituição parcial pelo FOS, não apresentou diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as formulações com relação ao atributo sabor, apesar do FOS ter uma baixa intensidade de doçura, uma vez que só é cerca de um terço mais doce que a sacarose (YUN, 1996).

Corroborando os resultados do presente estudo, Corte (2008) que formulou um *frozen* iogurte com propriedades funcionais, utilizando prébiótico, probiótico e caseinato de cálcio, observou que as concentrações de 1,0% e 1,5% de culturas tradicionais e probióticas não apresentaram diferença significativa entre si no atributo sabor.

Segundo Pereda et al. (2005), a quantidade de açúcar influencia no sabor durante a fixação dos compostos aromáticos interrompendo sua volatilização, deixando a sensação de sabor por mais tempo na boca.

O FOS, por não alterar as características do produto, pode ser adicionado ao sorvete convencional sem perdas na qualidade do mesmo. A redução do teor de açúcar, consequência da adição de substituto de açúcar, e o baixo teor de gordura não promoveram redução na aceitação das amostras em relação ao atributo textura, visto que não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Lamounier et al. (2012) nos quais a redução de gordura e açúcar não causou danos sensoriais aos sorvetes adicionado de prebióticos. Este fato pode ser explicado devido a maior adição de prebióticos nesta formulação que atuou fornecendo “corpo” ao sorvete, apresentando resultados satisfatórios, visto que a textura de nenhum dos sorvetes foi afetada quando comparada com a formulação controle, sem prebiótico.

Resultado semelhante foi encontrado por Becker et al. (2006), ao avaliarem o perfil sensorial de sorvetes de acerola pasteurizado, enriquecido com soro de leite em pó e oligofrutose e observaram que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade quanto aos atributos de cor, aroma, aparência e sabor.

Akin, Akin e Kirmaci (2007) ao compararem amostras de sorvete probiótico com diferentes concentrações de sacarose e fibra prebiótica observaram que os sorvetes com maiores concentrações de açúcar apresentaram melhores propriedades físicas e sensoriais, mas com relação à adição do prebiótico, embora tenha sido evidenciada a melhora na viscosidade, não foi verificado efeito nas características sensoriais do produto.

Um estudo realizado por Sales et al. (2008) constatou o efeito da adição de diferentes concentrações de fibra e/ou prebiótico (FOS) na aceitação de sorvete com adição de granola. Os resultados da avaliação sensorial demonstraram que as formulações com adição de FOS obtiveram para aceitação global maior média de julgamentos para o sorvete adicionado de FOS (7,82), que não diferiu estatisticamente das amostras controle (7,53) e contendo FOS e granola (7,41). A amostra contendo somente FOS foi a que apresentou resultados semelhantes ao produto tradicional. Segundo esses autores, o FOS é um ingrediente promissor no desenvolvimento de produtos ricos em fibras, sendo possível produzir sorvete com aceitação sensorial semelhante ao tradicional.

Isik et al. (2011) encontraram resultado semelhante ao fabricarem sorvete com a fibra prebiótica inulina, isomalte e reduzido teor de gordura e açúcar. A análise sensorial mostrou que as amostras contendo 6,5% da fibra prebiótica inulina e isomalte foram semelhantes à amostra controle. Os resultados globais mostraram que é possível produzir

sorvetes com a incorporação de ingredientes funcionais sem alterar as características do produto.

Segundo Wood (2011), o FOS pode ser adicionado como ingrediente em sorvete em substituição de sacarose em até 20%, pois em maiores concentrações pode ocorrer alteração nas características sensoriais e diminuição da aceitação do produto.

Su (2012), ao estudar o comportamento estrutural de sorvete com variações da base gordurosa, concluiu que é possível obter um sorvete com redução de 25% do teor de sacarose na formulação, com boa aceitação sensorial obtendo apenas 8% de avaliação negativa.

Cardarelli et al. (2008b), ao avaliarem a aceitabilidade de queijo *petit suisse* simbiótico, apesar de não significativo, a formulação que apresentou maior aceitabilidade foi aquela adicionada de oligofrutose.

Em pesquisa realizada por Silva (2012) foi possível elaborar um sorvete *light* com 50% de redução de gordura, contendo fibras e proteínas biotivas com qualidade sensorial semelhante ao sorvete tradicional, mas com considerável melhoria do aporte nutricional. Resultado semelhante pode ser observado na presente pesquisa, visto que o *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu obteve índice de aceitação acima de 80% para todos os parâmetros sensoriais analisados, com reduzido teor de gordura e valor calórico.

Segundo Lum e Albrecht (2008), o FOS é considerado um ingrediente prebiótico potencial para utilização em sorvetes, no entanto, na avaliação sensorial realizada em sorvete com FOS, inulina e controle (sem prebiótico) a amostra controle obteve as melhores notas.

Assim como neste estudo, Bortolozo e Quadros (2007) obtiveram boa aceitação dos consumidores em relação à adição de fibras em produtos lácteos, em que a média obtida para iogurte adicionado de inulina foi de 8,2 (correspondente ao termo “gostei muito” da escala hedônica).

Penha, Madrona e Terra (2009) elaboraram uma bebida achocolatada com a substituição do açúcar por oligofrutose em diferentes proporções (0%, 50% e 100%). Os resultados da análise sensorial revelaram que a substituição do açúcar por oligofrutose interferiu no sabor do achocolatado e que as formulações que continham 0 e 50% de oligofrutose obtiveram as melhores médias para os atributos sensoriais de sabor e textura.

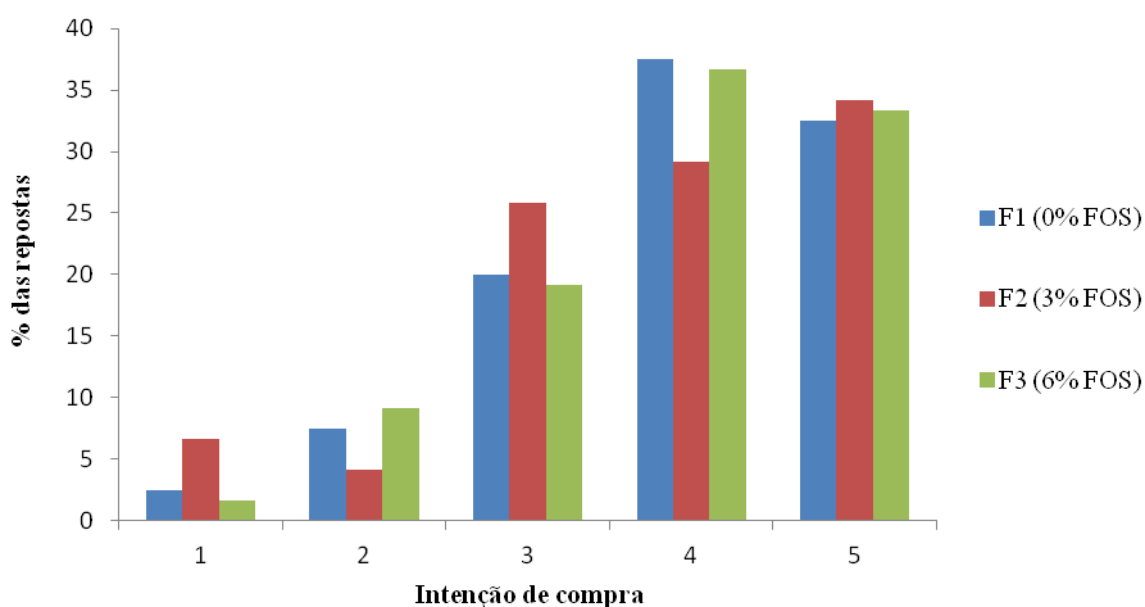
Renuka et al. (2009) também avaliaram a aceitação sensorial de bebidas a base de abacaxi, manga ou laranja adicionadas de FOS, obtendo para o atributo impressão global notas variando de “gostei muito” a “gostei extremamente”.

Silva et al. (2013b) observaram que a formulação de bebida adicionada de prebiótico (FOS) foi a mais aceita pelos provadores, quando comparada à formulação controle em que eles não perceberam diferenças no corpo e na doçura da mesma.

5.5.3 Intenção de compra

A Figura 23 apresenta a frequência das notas atribuídas para os critérios de intenção de compra. Pode-se observar maior frequência de distribuição de respostas entre os conceitos “tenho dúvidas se compraria” e “certamente compraria”, indicando uma atitude de compra positiva por parte dos provadores em relação às amostras de *frozen* analisadas.

Figura 23 - Histograma da intenção de compra dos julgadores para *frozen* desenvolvidas. Escala hedônica de cinco pontos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Silva (2013a), ao elaborar sorvete de umbu e cajá-umbu, observou que o sorvete de cajá-umbu obteve 21,6% para o atributo “certamente compraria” e 41,6% para o critério “provavelmente compraria”. Quanto ao critério “talvez comprasse e talvez não comprasse”, o autor obteve 30% das respostas.

As repostas para a atitude de compra dos provadores, frente às formulações com diferentes concentrações de FOS, indicam que a formulação F1 recebeu o maior percentual de respostas (91%) correspondente aos termos “tenho dúvidas de compraria”, “provavelmente compraria” e “certamente compraria”, em relação às formulações adicionadas de FOS.

Considerando a intenção de compra do produto (Tabela 22), observa-se que as formulações não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para intenção de compra, obtendo médias dos escores atribuídos pelos provadores, variando de 3,80 a 3,91.

Na escala de intenção de compra as médias situam-se entre os termos “tenho dúvidas se compraria” e “provavelmente compraria”.

Tabela 22 - Médias e desvios padrão dos escores obtidos no teste de intenção de compra das formulações de *frozen* desenvolvidas.

Formulações	Intenção de compra das formulações de <i>frozen</i>
	(Média $\pm$ DP)
F1	3,90 ^a $\pm$ 1,02
F2	3,80 ^a $\pm$ 1,16
F3	3,91 ^a $\pm$ 1,02

Fonte: Elabora pela autora.

Médias seguidas de letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a $p > 0,05$;

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

A intenção de compra está intimamente relacionada à aceitabilidade no parâmetro sabor, uma vez que o consumidor dá preferência de compra ao produto que apresenta um sabor mais agradável (SABATINI et al., 2011).

De acordo com Silva (2012), o conceito de sorvete *light*, enriquecido com fibra alimentar, obteve escores de intenção de compra igual ao tradicional pela maioria das respostas sugerindo que o produto poderia ser uma opção para redução do consumo sazonal e obtenção de um produto saudável.

Guimarães e Sumere (2012), obtiveram uma boa aceitabilidade, onde mais de 50% da população certamente compraria as três formulações desenvolvidas de sorvete *soft* enriquecido com leite de cabra e extrato de soja.

Maia et al. (2008), utilizando o prebiótico xilitol como adoçante em sorvete obteve intenção de compra de 63,9% para sabor morango, 72,2% para sabor nata e 86,1% para sabor chocolate.

Pode-se concluir que a adição de ingredientes prebióticos não interfere negativamente na aceitação dos consumidores em relação a produtos alimentícios tradicionais.

5.6 Índice de aceitabilidade

Os Índices de Aceitabilidade (IA) dos *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica, sabor cajá-umbu, nas formulações F1, F2 e F3 estão apresentados na Tabela 23.

Foi verificado que em todos os atributos avaliados, as formulações apresentaram índice de aceitabilidade superior ao preconizado por Dutcosky (2013), que estabelece um índice mínimo de 70% para as amostras serem consideradas aceitas, constatando que todas as formulações tem grande probabilidade de aceitação, por ser um alimento nutritivo e com características sensoriais aceitáveis.

De maneira, geral, a formulação F2 alcançou as menores médias para os atributos considerados no estudo, situando-se entre os valores 81,22% e 85,67%, apesar de não apresentarem diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as médias de aceitabilidade para todos os atributos nas três formulações avaliadas.

Tabela 23 - Índice de Aceitabilidade (%) referente aos atributos sensoriais das formulações de *frozen* desenvolvidas.

Atributos	Formulações de <i>frozen</i> de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu.		
	F1	F2	F3
Aparência	86,67	85,67	86,67
Odor	82,00	81,22	83,33
Sabor	85,00	82,11	81,78
Textura	83,11	82,22	83,33
Aceitação Global	84,67	82,55	83,67

Fonte: Elabora pela autora.

Formulações: F1 com 0% FOS, F2 com 3% FOS e F3 com 6% FOS.

O aumento na proporção de FOS não exerceu influência negativa na aceitação do produto. Valores semelhantes foram encontrados por Vacondio et al. (2013) ao desenvolverem sorvetes com extrato aquoso de *yacon*, tubérculo composto principalmente de fibras como inulina e FOS, os quais obtiveram índice de aceitabilidade superior a 82%.

Burkert et al. (2012) obtiveram índice de aceitação de 88% em bebidas lácteas potencialmente simbióticas adicionado de 10% de xarope de FOS.

Sabatini et al. (2011), ao elaborarem um sorvete de alfarroba com índice de aceitação superior a 87%, concluindo que a adição de uma leguminosa com alto teor de fibra e valor reduzido em gorduras não influenciou negativamente na aceitação do produto considerado mais saudável.

5.7 Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação Pearson (r) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009).

Com a finalidade de melhor explorar as relações entre os atributos sensoriais e físico-químicos que caracterizam as três formulações estudadas, construiu-se a Correlação de Pearson demonstrada na Tabela 24.

Tabela 24 - Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre os parâmetros físico-químicos e atributos sensoriais.

Parâmetros físico-químicos	Atributos sensoriais				
	Aparência	Odor	Sabor	Textura	Aceitação Global
Proteína (g/100 g)	0,75	1,00	-0,29	0,86	0,35
Umidade (g/100 g)	-0,03	0,60	-0,92	0,16	-0,50
Cinzas (g/100 g)	0,00	-0,62	0,91	-0,19	0,47
Gordura (g/100 g)	-0,50	0,15	-1,00	-0,33	-0,85
Açúcar total (%)	-0,11	-0,71	0,86	-0,29	0,38
Açúcar não redutor em sacarose (%)	-0,13	-0,72	0,85	-0,31	0,36
Vitamina C (mg/100 g)	0,19	0,76	-0,81	0,38	-0,29
Sólidos Solúveis (°Brix)	0,81	1,00	-0,19	0,91	0,44
Sólidos Totais (g/100 g)	0,02	-0,61	0,92	-0,17	0,44
pH	0,69	0,99	-0,37	0,82	0,27
Acidez titulável (%)	-0,50	-0,93	0,58	-0,65	-0,03
Conteúdo de FOS (%)	-0,02	0,61	-0,92	0,17	-0,49
Valor energético total (Kcal/100 g)	-0,07	-0,68	0,88	-0,26	0,41

Fonte: Elaborado pela autora.

Explorando as relações mútuas significativas entre as variáveis da Correlação de Pearson, é possível verificar que algumas características das formulações desenvolvidas são influenciadas por diversas variáveis. Pode-se observar que o atributo sabor possui correlação negativa muito forte com relação à umidade, gordura e vitamina C, isto é, são variáveis

inversamente proporcionais, quanto maior o valor encontrado dos parâmetros físico-químicos, menores os valores atribuídos pelos provadores com relação ao sabor.

O teor de gordura obteve perfeita correlação negativa em relação ao atributo sabor, e apesar de não apresentar diferença significativa entre as formulações, para os provadores, o baixo teor de gordura não afetou a percepção de sabor das formulações. Com relação aos valores de cinzas, açúcar total, açúcar não redutor em sacarose e valor energético total, o sabor apresentou correlação positiva muito forte. A correlação positiva forte entre proteína e textura está relacionada ao teor de proteínas que interfere na textura dos alimentos.

Os sólidos solúveis apresentaram correlação positiva forte, muito forte e perfeita para os parâmetros de aparência, textura e odor, respectivamente. Isso indica que quanto maior o teor de sólidos solúveis maiores as notas atribuídas pelos provadores para esses atributos.

A acidez titulável apresentou correlação negativa muito forte em relação ao odor. Quanto maior a acidez, menores as notas atribuídas pelos provadores, sugerindo que o odor formado pela ação de bactérias lácticas presentes no gelado comestível, resultando na acidificação do produto, interferiu negativamente na aceitação dos provadores, ao contrário do pH que apresentou correlação positiva muito forte para odor e forte para textura e aparência. Esses resultados já eram esperados visto que à medida que os valores de acidez aumentam, os de pH diminuem.

O teor de FOS apresentou correlação negativa forte em relação ao atributo sabor. Apesar do atributo sabor não ter apresentado diferença significativa ($p > 0,05$) no teste sensorial, o resultado mostra o comportamento dos provadores em relação ao teor de FOS, onde quanto maior o conteúdo de FOS, menor a aceitação com relação ao sabor. O contrário pode ser observado em relação ao açúcar total e não redutor em sacarose, pois apresentaram correlação positiva forte, isto é, quanto maior o teor de sacarose maior as notas atribuídas pelos provadores. Esse resultado mostra a preferência dos consumidores por sorvetes com sabor doce mais acentuado, entretanto nas quantidades em que foram adicionados os FOS nas formulações, essa substituição parcial da sacarose pela fibra não foi percebida significativamente pelos provadores.

As medidas reológicas e cor relacionada aos atributos sensoriais podem ser observadas na Tabela 25.

Tabela 25 - Coeficientes de Correlação de Pearson (r) entre os parâmetros reológicos, cor e atributos sensoriais.

Parâmetros reológicos e cor	Atributos sensoriais				
	Aparência	Odor	Sabor	Textura	Aceitação Global
Viscosidade (cPas)	-0,31	0,35	-0,99	-0,12	-0,72
Densidade (g/L)	0,35	-0,31	1,00	0,17	0,76
<i>Overrun</i> (%)	-0,27	0,39	-0,99	-0,08	-0,69
L*	-0,58	0,06	-0,98	-0,41	-0,89
a*	-0,50	0,15	-1,00	-0,33	-0,85
b*	0,53	0,94	-0,55	0,68	0,07

Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que os valores não apresentaram correlação forte entre as variáveis analisadas, com exceção do sabor que foi fortemente influenciado pela viscosidade, densidade, *overrun*, e os parâmetros de cor L* e a*, dentre elas, apenas a densidade apresentou correlação positiva perfeita, isto é, quanto maior os valores de densidade, maiores as notas atribuídas pelos provadores. Os valores de correlação observados entre os parâmetros de viscosidade, densidade e *overrun* com o atributo sabor foram influenciadas pela presença do FOS, já que a adição da fibra provocou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações, corroborando com o valor encontrado na Tabela 24 para correlação entre FOS e sabor.

Pode-se observar que o atributo sabor foi o que mais influenciou na aceitação global, visto que os dois atributos apresentaram o mesmo comportamento com relação aos resultados de correlação entre eles e os parâmetros físico-químicos.

O odor apresentou correlação positiva muito forte com o parâmetro de cor “b”. Os atributos de aparência e textura não foram influenciados por nenhum dos parâmetros reológicos e cor correlacionados.

5.8 Análise de custos dos ingredientes

A substituição da sacarose pela fibra FOS aumentou o custo dos ingredientes para elaboração do *frozen* (Tabela 26).

Tabela 26 - Custo com os ingredientes para a formulação de *frozen* com diferentes níveis de substituição da sacarose por fruto-oligossacarídeo e uso de bebida láctea.

Discriminação	Valor (R\$/L		
	F1	F2	F3
Bebida láctea desnatada fermentada	1,29	1,17	1,17
Preparado de fruta de cajá-umbu	1,07	0,97	0,97
Açúcar refinado	0,21	0,15	0,11
Leite em pó integral	0,24	0,22	0,22
Liga Neutra	0,18	0,16	0,16
Emulsificante/estabilizante	0,27	0,25	0,25
Fibra prebiótica-FOS	-	0,59	1,19
Total	3,26	3,51	4,07

Fonte: Elaborado pela autora.

Formulações: F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS.

Comparando-se os custos de F2 (3% de FOS) e F3 (6% de FOS) com o da formulação controle (Tabela 27), verifica-se que foram maiores 7,67% e 24,85%, respectivamente. Este aumento de custo ocorreu devido à adição da fibra que é comercializada a um preço maior que o açúcar refinado utilizado na formulação (APÊNDICE C).

Tabela 27 – Variação dos custos com ingredientes para fabricação de *frozen* com diferentes níveis de substituição da sacarose por fruto-oligossacarídeo.

Formulações	Custo (R\$/L	Variação do Custo com Ingredientes em relação à formulação F1 (%)
F1	3,26	-
F2	3,51	7,67
F3	4,07	24,85

Fonte: Elaborado pela autora.

Formulações: F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS.

Caso o produto fosse elaborado sem o soro de leite, ele não seria considerado um *frozen* de bebida láctea fermentada, pois a adição do soro de leite é obrigatória para caracterizá-la como tal. Entretanto, se as formulações fossem elaboradas somente com leite o custo dos ingredientes elevaria para todas as formulações (Tabela 28).

Tabela 28 - Custo com os ingredientes para formulação de *frozen* sem adição de soro de leite à base láctea em diferentes níveis de substituição da sacarose por fruto-oligossacarídeo.

Discriminação	Valor (R\$/L		
	F1	F2	F3
Base láctea sem adição de soro de leite	1,42	1,29	1,29
Preparado de fruta de cajá-umbu	1,07	0,97	0,97
Açúcar refinado	0,21	0,15	0,11
Leite em pó integral	0,24	0,22	0,22
Liga Neutra	0,18	0,16	0,16
Emulsificante/estabilizante	0,27	0,25	0,25
Fibra prebiótica-FOS	-	0,59	1,19
Total	3,39	3,63	4,19

Fonte: Elaborado pela autora.

Formulações: F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS.

Comparando-se os custos das mesmas formulações com uso da bebida láctea e da base láctea sem adição de soro de leite, verifica-se um aumento de 3,99, 3,42 e 2,95% para F1, F2 e F3, respectivamente (Tabela 29).

Tabela 29 – Variação dos custos com ingredientes para fabricação de *frozen*, com uso de bebida láctea e base láctea tradicional.

Formulações	Custo (R\$/L		Variação do custo com uso de base láctea tradicional (%)
	Bebida láctea fermentada	Base láctea sem adição de soro	
F1	3,26	3,39	3,99
F2	3,51	3,63	3,42
F3	4,07	4,19	2,95

Fonte: Elaborado pela autora.

Formulações: F1 com 0% FOS; F2 com 3% FOS; F3 com 6% FOS.

No que se refere à qualidade do produto estudado, ao substituir o açúcar pelo FOS, as formulações tiveram seu valor calórico reduzido já que a fibra não possui calorias, além de ser um ingrediente funcional com poder adoçante.

Atualmente, verifica-se na maioria dos mercados uma maior aceitação de alimentos funcionais devido à conscientização dos consumidores, que estão buscando uma alimentação saudável e dispostos a pagar um pouco mais por um alimento que promova bem-estar e saúde. Por isso, acredita-se que caso o aumento de custo com ingredientes promovido pela inclusão do FOS fosse repassado para o preço do produto não comprometeria significativamente a sua demanda.

6 - CONCLUSÃO

A adição de FOS em substituição ao teor de açúcar nas formulações resultou em alterações expressivas entre as formulações de *frozen* para os parâmetros de viscosidade, densidade, *overrun*, teor de açúcar total e açúcar não redutor.

Com relação à caracterização físico-química, os valores não apresentaram grandes variações do comportamento entre as formulações.

Quanto aos atributos sensoriais avaliados, não apresentaram diferenças significativas entre as formulações visto que a adição da fibra prebiótica FOS não interferiu na aceitação.

A adição de FOS em substituição a sacarose provocou um aumento no custo dos ingredientes, entretanto esse aumento promovido pela inclusão do FOS, ao ser repassado para o preço do produto não comprometeria significativamente a sua demanda.

A aplicação de FOS no processamento de gelados comestíveis, a partir de bebida láctea fermentada nas diferentes proporções estudadas, apresentaram resultados satisfatórios em relação aos aspectos tecnológicos e nutricionais, ampliando as possibilidades de desenvolvimento de alimentos funcionais, uma vez que contemplam as expectativas dos consumidores por alimentos simultaneamente atrativos e saudáveis, não só pela adição de prebióticos e com consequente redução calórica, como pela presença de peptídeos bioativos do soro de leite que conferem as proteínas diferentes propriedades funcionais.

As formulações apresentam-se como alternativa viável para a utilização parcial do excedente de soro de leite dos laticínios, bem como para a inovação nos mercados de gelados comestíveis funcionais, com considerável melhoria do aporte nutricional.

REFERÊNCIAS

- 3M do Brasil LTDA. **Microbiologia Petrifilm™. Placas para contagem de coliformes. Instruções de uso.** Disponível em: <www.3M.com.br.>. Acesso em: 20 de janeiro de 2014a.
- 3M do Brasil LTDA. **Microbiologia Petrifilm™. Placas para contagem de *Staphylococcus aureus*. Instruções de uso.** Disponível em: <www.3M.com.br.>. Acesso em: 20 de janeiro de 2014b.
- ACHANTA, K.; ARYANA, K. J.; BOENEKE, C. A. Fat free plain set yogurts fortified with various minerals. **Food Science and Technology**, London, v.40, n.3, p.424-429, 2007.
- 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.
- AKALM, 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 Technology**, Germany, v.227, n.3, p.889–895, 2008.
- AKIN, M. B.; AKIN, M. S.; KIRMACI, Z. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and physical sensory characteristics in probiotic ice-cream. **Food Chemistry**, Oxford, v.104, n.1, p.93-99, 2007.
- ALVES, L. L.; RICHARDS, N. S. P. S.; 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.2595–2600, 2009.
- ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino.** 1 ed. Barueri: Manole, 2003. 142p.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 16 ed. Washington, D.C.: 1995. 1094p.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 17 ed. v.2 Arlington: AOAC, 2000.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 17 ed. Washington DC.: AOAC, 2002.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 18 ed. Maryland, USA, AOAC, 2005.

APADHYA. **El overrun. Heladero artesanal**. Ed. Producciones Martin Saenz. (Asociacion Fabricantes Artesanales de Helados y Afines), v.14, n.63, p.18-19, 1996.

ARAÚJO, D. L.; SILVA, S. F.; FREITAS, B. V.; ARAUJO, D. L. Caracterização física e °Brix de *Spondias* em diferentes estágios de maturação. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.5, p.160-165, 2011.

ARBUCKLE, W. S. **Ice Cream**. 14 ed. Westport: Avia Publishing Company, 1986. 483p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETES – ABIS. **Produção e consumo de sorvetes no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.abis.com.br/estatistica_producaoconsumodesorvetesnobrasil.html>. Acesso em: 20 de dezembro de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS E DO SETOR DE SORVETES – ABIS 2010. Disponível em: <http://www.abis.com.br/noticias_2010_1.html>. Acesso em: 20 de maio de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Análise sensorial: Vocabulário**. NBR ISO 5492:2014, São Paulo: ABNT, 2014. 25p.

AZEVEDO, V. M.; PEREIRA, C. G.; SANTOS, G.; CARNEIRO, J. D. S.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R. Informação nutricional e influência de atributos sensoriais na aceitação de leites fermentados comerciais. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.66, n.383, p.49-56, 2011.

AYUB, M. A. **Frozen Yogurt**. 2010. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/alimentus/>>. Acesso em: 28 de maio de 2013.

BALDASSO, C. **Concentração, purificação e fracionamento das proteínas do soro lácteo através da tecnologia de separação por membranas**. 2008. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BALDISSERA, A. C.; BETTA, F. D.; 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**, Londrina, v.32, n.4, p.1497-1512, 2011.

BARBOSA, A. dos; ARAÚJO, A. S.; MARTINS, W. F.; RODRIGUES, M. do S. A.; FLORENTINO, E. R. Avaliação do Perfil Microbiológico de Gelados Comestíveis comercializados em Campina Grande. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.3, p.63-79, 2010.

BAÚ, T. R.; SILVA, L. C.; GARCIA, S.; IDA, E. I. Propriedades funcionais tecnológicas das fibras de soja, aveia e trigo e produtos de soja com adição de fibras e fermentados com cultura de kefir. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.2, p.3093-3102, 2012.

BAYARRI, S.; CHULIÁ, I.; COSTELL, E. Comparing λ -carrageenan and an inulin blend as fat replacers in carboxymethyl cellulose dairy desserts. Rheological and sensory aspects. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.24, n.6-7, p.578-587, 2010.

BECKER, C. T.; WOGEL, BISCAIA, S. S.; BRANDÃO W. A. P. L. N. T. M.; BORTOLOTTI S. L.; FELTRIM, V. P.; MENDONÇA, S. N. T. G. **Perfil microbiológico sensorial e de fibras do sorvete de acerola pasteurizado e enriquecido com soro de leite em pó e oligofrutose.** In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, nº. 22, 2006, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2006, p.105-107.

BERTÉ, K. A. S.; IZIDORO, D. R.; DUTRA, F. L. G.; HOFFMANN-RIBANI, R. Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.354-360, 2011.

BIEDRZYCKA, E.; BIELECKA, M. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. **Trends in Food Science & Technology**, London, v.15, n.3-4, p.170-175, 2004.

BOFF, C. G. **Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura.** 2011. 58f. Trabalho de Conclusão de curso (Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre, 2011.

BORGES, P. Z. **Avaliação nutricional de concentrados proteicos obtidos do leite bovino.** 2000. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

BORTOLOZO, E. Q.; QUADROS, M. H. R. Aplicação de inulina e sucralose em iogurte. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.1, n.1, p.37- 47, 2007.

BOUHNICK, Y. Effects of fruto-oligosaccharides ingestion on fecal bifidobacteria and selected metabolic indexes of colon carcinogenesis in healthy humans. **Nutrition Cancer**, Paris, v.26, n.1, p.21-29, 1996.

BOURLIOUX, P.; BRAESCO, V.; MATER, D. D. G. Yaourts et autres laits fermentés. **Cahiers de Nutrition et de Diététique**, Paris, v.46, n.6, p.305-314, 2011.

BRAGUINI, A. **Efeito da adição de inulina nas características físico-químicas, sensoriais e sobrevivência da cultura probiótica em frozen de iogurte simbiótico.** Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691 de 29 de março de 1952. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1997. Publicado no Diário Oficial da União de 07/07/1952, Seção 1, Página 10.785.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II - Métodos físicos e químicos.** Brasília, DF, set. 1987, Seção 1, 87p.

BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. ANVISA. Alimentos. Comissões e Grupos de Trabalho. **Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos**

Funcionais e Novos Alimentos. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. Atualizado em 11 de janeiro de 2005a. VIII-Lista das Alegações Aprovadas. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>>. Acesso em: 10 de junho de 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 ago. 2005b. Seção 1, p.7.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Consulta Pública para **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite**. Disponível em: <<http://www.terra viva.com.br/clique/minuta.html>>. Acesso em 20 de janeiro de 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 266/2005 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**. Brasília, DF, 23 set. 2005c. 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 em: 30 de maio de 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007. Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 out. 2007. Seção 1, p. 5.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos: lista de alegações de propriedade funcional aprovadas.** Atualizada em julho de 2008. Disponível em: <http://s.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução nº12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos e seus Anexos I e II. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n.7, 10 jan. 2001. Seção1, p. 45 – 53.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 18 de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 03 nov. 1999a. Disponível em: <<http://elegis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=109>>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Portaria nº 398 de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 03 mai. 1999b Disponível em: <http://elegis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=11297&mode=PRINT_VERSION>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para Registro de Alimento com Alegação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde em sua Rotulagem. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 10 dez. 1999c. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=110>>. Acesso em: 30 de maio de 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. 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 em: 10 de setembro de 2013.

BRUNI, A. L.; FAMA, R. **Gestão de custos e formação de preços:** com aplicações na calculadora HP 12C e Excel. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2003. p.531. (Série Finanças na Prática)

BURITI, F. C. A.; CRUZ, A. G. da; SAAD, S. M. I. Sobremesas lácteas refrigeradas probióticas e prebióticas. In: SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Livraria Varela, 2011. p.389-406.

BURKERT, J. F. de M.; FONSECA, R. A. D. dos S. da; MORAES, J. O. de; SGANZERLA, J. ; KALIL, S. J.; BURKERT, C. A. V. Aceitação sensorial de bebidas lácteas potencialmente simbióticas. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v.15, n.4, p.325-332, 2012.

BUTTRISS, J. Is Britain ready for FOSHU? **Nutrition Bulletin**, London, v.25, n.2, p.159-161, 2000.

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.

CAMPOS, L. R.; TREPTOW, R. O.; SOARES, G. J. D. Influência da inertização com nitrogênio na vida-deprateleira de leite em pó integral acondicionado em embalagens metalizadas flexíveis. **Revista Brasileira de Agrociências**, v.2, n.2, p.130-137, 1998.

CAPITANI, C. D.; PACHECO, M. T. B.; GUMERATO, H. F.; VITAL, A.; SCHIMIDT, F. L. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.11, p.1123-1128, 2005.

CARABIN, I. G.; FLAMM, W. G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Duluth, v.30, n.3, p.268-282, 1999.

CARDARELLI, H. R.; ARAGON-ALEGRO, L. C.; ALEGRO, J. H. A.; CASTRO, L. A.; SAAD, S. M. I. Effect of inulin and *Lactobacillus paracasei* on sensory and instrumental texture proprieties of functional chocolate mousse. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Sussex, v.88, n.8, p.1318-1324, 2008(a).

CARDERELLI, H. R.; BURITI, F. C. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially symbiotic *petit-suisse* cheese. **LWT - Food Science and Technology**, Oxford, v.41, n.6, p.1037-1046, 2008(b).

CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C. A. S. Características morfológicas, físicas e químicas de frutos de populações de umbu-cajazeira no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.140-147, 2008.

CASTILHO, C. M. C. Sorvete: a delícia que alimenta. **Leite e Derivados**, v.1, n.6, p.42-43, 1992.

CASTRO, E. P.; CUNHA, T. M.; BARRETO, P.L.M.; AMBONI, R. D. M. C.; PRUDÊNCIO, E. S. "Effect of oligofructose incorporation on the properties of fermented probiotic lactic beverages". **International Journal Dairy Technology**, Huntingdon, v.62, n.1, p.68-74, 2009.

CAVALCANTE, A. B. D. **Influence des facteurs de composition sur les proprietes texturales d'un fromage fondu de "type requiejao"**. 1995. 149f. Thèse (Doctorat en Biotechnologies et Industries alimentaires). Institut National Polytechnique de Lorraine. École Nationale Supérieure d'agronomie et des Industries Alimentaires. Lorraine, 1995.

CHANDAN, R. C.; WHITE, C. H.; KILARA, A.; HUI, Y. H. **Manufacturing Yogurt and Fermented Milks**. 1 ed., Cambridge: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

CHATTERTON, D. E. W.; SMITHERS, G.; ROUPAS, P.; BRODKORB, A. Bioactivity of β -lactoglobulin e α -lactoalbumin- Technological implications for processing. **International Dairy Journal**, Champaign, v.16, n.11, p.229-1249, 2006.

CHAVES, K. F.; CALLEGARO, E. D.; SILVA, V. R. O. Utilização do soro de leite nas indústrias de laticínios da região de Rio Pomba-MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 27, 2010, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EPAMIG/ILCT, 2010. 1 CD-ROM.

CHINELATE, G. C. B. **Gelado comestível à base de leite de búfala com ingredientes funcionais: aplicação de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e quitosana**. 2008. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

CHINELATE, G. C. B.; PONTES, F. D.; CONSTANT, P. B. L.; SOUZA, L. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos de gelados comestíveis de leite de búfala adicionados de fibras alimentares. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Anápolis, v.1, n.1, p.7-12, 2011.

CLARKE, C. **The science of ice cream**. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2004, 208p.

CODY, T. L.; OLABI, A.; PETTINGELL, A. G.; TONG, P. S.; WALKER, J. H. Evaluation of rice flour for use in vanilla ice cream. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.90, n.10, p.4575-4585, 2007.

COELHO, I. A. **Produção de massa base para sorvete**. 191f. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Química) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.

COELHO, M. I de S.; ALBUQUERQUE, L. K. S.; MASCARENHAS, R. J.; COELHO, M. C. S. C.; FILHO, E.D da S. Elaboração de Licores de Umbu com diferentes Álcoois. **II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica**. João Pessoa, 2007.

Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA. **Canal do Produtor**. 15 de maio de 2012. Brasília – DF. Disponível em: <<http://www.canaldoprodutor.com.br/comunicacao/noticias/brasil-e-quinto-colocado-no-ranking-mundial-da-producao-de-leite>>. Acesso em: 20 de maio de 2013.

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 Agronômicas**, Fortaleza, v.39, n.2, p.251-256, 2008.

CORREIA, R. T. P.; PETRINE, M. R. S.; MAGALHÃES, M. M. A. Sorvete: aspectos tecnológicos e estruturais. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.21, n.148, p.19-23, 2007.

CORTE, F. F. D. **Desenvolvimento de frozen yogurt com propriedades funcionais**. 2008. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Florianópolis, 2008.

COUSSEMENT, P. A. Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. **Journal of Nutrition**, Wallingford, v.129, n.7, p.1412-1417, 1999.

CRITTENDEN, R. G., PLAYNE, M. J. Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides. **Trends in Food Science and Technology**, London, v.7, n.11, p.353-361, 1996.

CRUZ, A. G. de; ANTUNES, A. E. C.; HARAMI, J. B.; SOUSA, A. L. O. P. de; FARIA, J. A. F.; SAAD, S. M. I. Sorvetes probióticos e prebióticos. São Paulo. In: SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Livraria Varela, 2011a. p.359-388.

CRUZ, A. G. de; CADENA, R. S.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. Análise sensorial de produtos alimentícios probióticos e prebióticos. São Paulo. In: SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Livraria Varela, 2011b. p.195-222.

CRUZ, A. G. de; ANTUNES, A. E. C.; PILLEGI, A. L. O. P. S.; FARIA, J. A. F.; SAAD, S. M. I. Ice cream as probiotic food carrier. **Food Research International**, Barking, v.42, n.9, p.1233-1239, 2009.

CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; ANDRADE, R. R.; MOURA, M. R. L.; CARVALHO, L.M.J.; GRANATO, D. Prebiotics in dairy products: benefits to health and technology

features. In: KRAUSE, J. Fleischer, O. eds. **Industrial fermentation: food process, nutrient sources and production strategies**. New York: Nova Publisher, 2010. p.1-14.

CUNHA NETO, O. C.; OLIVEIRA, C. A. F.; HOTTA, R. M.; SOBRAL, P. J. A. Avaliação físico-química e sensorial do iogurte natural produzido com leite de búfala contendo diferentes níveis de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.3, p.448-453, 2005.

CUNHA, T. M.; CASTRO, F. P.; BARRETO, P. L. M.; BENEDET, H. D.; PRUDÊNCIO, E. S. Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.103-116, 2008.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANIELI F.; COSTA, L. R. L. G, SILVA, L. C.; HARA, A. S. S.; SILVA, A. A. Determinação de vitamina C em amostras de suco de laranja in natura e amostras comerciais de suco de laranja pasteurizado e envasado em embalagem Tetra Pak. **Revista do Instituto de Ciência da Saúde**, Campinas, v.27, n.4, p.361-365, 2009.

DANTAS, R. L.; ROCHA, A. P. T.; ARAÚJO, A. S.; RODRIGUES, M. S. A.; MARANHÃO, T. K. L. Perfil da qualidade de polpas de fruta comercializada na cidade de Campina Grande PB. **Revista Verde**, Mossoró, v.5, n.5, p.61-66, 2010.

DAVE, R. I.; SHAH, N. P. Evaluation of media for selective enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* and *bifidobacteria*. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79, n.9, p.1529-1536, 1996.

DELZENNE, N. M.; CANI, P. D.; DAUBIOUL, C.; NEYRINCK, A. M. Impact of inulin and oligofructose on gastrointestinal peptides. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.93, n.1, p.157-161, 2005.

DERVISOGLU, M.; YAZICI, F. Effect of citrus fibre on the physical, chemical and sensory of ice cream. **Food Science and Technology International**, New York, v.12, n.2, p.159-164, 2006.

DEVEREUX, H. M.; JONES, G. P.; MCCORMACK, L.; HUNTER, W. C. Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. **Journal Food Science**, Chicago, v.68, n.5, p.1850-1854, 2003.

DUTCOSKI, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4ª. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.

DUTCOSKY, S. D.; GROSSMANN, M. V. E.; SILVA, R. S. S. F.; WELSCH, A. K. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**, Oxford, v.98, n.4, p.630-638, 2006.

DZAZIO, C. H.; MACEDO, D.; COSTA, J. A.; ANJOS, M. M. Estudo de aceitação sensorial de sorvete de abacaxi pérola com substituição da glucose de milho por mel e aproveitamento

do suco da casca na calda. In: V Semana de tecnologia de alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, v.2 n.1, Ponta Grossa, 2007, **Anais...** Ponta Grossa-PR, 2007.

ELEGÊ. **Soro de leite em pó industrial**. 2011. Disponível em: <<http://www.elege.com.br/detalhamento.cfm?marca=8&código=28>>. Acesso em: 30 de junho de 2013.

ELLEUCH, M.; BESBES, S.; ROISEUX, O.; BLECKER, C.; DEROANNE, C.; DRIRA, N. E. Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre. **Food Chemistry**, Oxford, v.111, n.3, p.676-682, 2008.

ERTEKIN, B.; GUZEL-SEYDIM, Z. B. Effect of fat replacers on kefir quality. **Journal of the Science of Food the Agriculture**, Sussex, v.90, n.4, p.543-548, 2010.

FARIA, J. A. F.; WALTER, E. H. M.; CRUZ, A. G. Sistemas de embalagens para alimentos probióticos e prebióticos. In: SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Livraria Varela, 2011. p.389 - 406.

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 em: 17 de outubro de 2013.

FERREIRA, C. L. L. **Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção**. Rio de Janeiro: Rubio, 2012. 226p.

FERREIRA, C. L. L. F.; SILVA, A. C. Probióticos e Prebióticos na Saúde da Criança. São Paulo. In: SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Livraria Varela, 2011. p.97-110.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, Lavras, v.6, n.2, p.36-41, 2008.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Pública Hoje**, v.18, n.1, p.115-146, 2009.

FITZSIMONS, S. M.; MULVIHILL, D. M.; MORRIS, E. R. Denaturation and aggregation processes in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v.21, n.4, p.638-644, 2007.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Estabilizantes**. n.14, 2010. Disponível em <<http://www.revista-fi.com/materias/145.pdf>> Acesso em 22 de setembro de 2013.

FORTES, R. C. Alimentos prebióticos: efeitos bifidogênicos dos frutooligossacarídeos e da nulina no organismo humano. **Revista da Sociedade Brasileira de Farmácia**, São Paulo, v.2, n.9, p.16-23, 2006.

FRANCO, B. D. G. M. **Métodos rápidos de análise microbiológica de alimentos: estudo crítico e avaliação de novas metodologias**, 1994. 133f. Tese (Livre-Docência junto ao

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1994.

FRANCO, F.; MACHADO, P. S.; FAJARDO, S.; SANCHES, F. F. Z.; SANTOS, E. F.; MANHANI, M. R.; SILVA, E. C.; NOVELLO, D. Qualidade físico-química e sensorial de pão caseiro de cenoura adicionado de inulina, e sua aceitação entre crianças. **Revista UNIABEU**, Belford Roxo, v.7, n.15, p.20-35, 2014.

FRANCK, A. Food applications of prebiotics. In: GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Eds. **Handbook of Prebiotics**. Boca Raton: CRC Press, 2008, Cap. 22, p.437-448.

FRANK, A. "Technological functionality of inulin and oligofructose". **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.87, n.2, p.287-291, 2002.

FRANCK, A.; ALEXIOU, H. Inulin and oligofructose. In: JARDINE, S. **Ingredients Handbook: Prebiotics and probiotics**. Willey-Blackwell. Iowa: 2nd edition. Cap.1.1, 2009, p.3-30.

FRIGHETTO, J. M. **Produção de sorvetes com características simbióticas e avaliação da sobrevivência de *Lactobacillus paracasei* em condições gastrointestinais simuladas**. 2012. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2012.

FROSTY, M. B.; DIJKSTERHUIS, G.; MARTENS, M. Sensory perception of fat in milk. **Food Quality and Preference**, Barking, v.12, n.5-7, p.327-336, 2005.

FRUTTAVIVA. 2014. Disponível em: <http://fruttaviva.com.br/catalogo_borsato.pdf>. Acesso em 12 de abril de 2014.

FRUTUOSO, A. E.; ANDRADE, P. L.; PEREIRA, J. O. P. Inovação no desenvolvimento de bebida láctea fermentada com leite de vaca e soro de queijo de cabra. **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.386, n.67, p.29-37, 2012.

GALLINAA, D. A.; SILVA E ALVES, A. T.; TRENTOA, F. K. H. S.; CARUSIA, J. Caracterização de leites fermentados com e sem adição de probióticos e prebióticos e avaliação da viabilidade de bactérias lácticas e probióticas durante a vida-de-prateleira. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, Paraná, v.13, n.4, p.239-344, 2011.

GAUCHE, C.; TOMAZI, T.; BARRETO, P. L. M.; OGLIARI, P. J.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Physical properties of yoghurt manufactured with whey and transglutaminase. **LWT-Food and Science Technology**, Florianópolis, v.42, n.1, p.239-243, 2009.

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

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of human colonic microbiota: introducing the concept of the prebiotics. **Journal of Nutrition**, Wallingford, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.

GOFF, D. H. **Ice cream manufacture**. Dairy Science and Technology. Education Series. 2007. Disponível em: <<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icmanu.html>>. Acesso em: 01 de maio de 2013.

GOFF, D. H. **Structure of the ice-cream**. Dairy Science and Technology. University of Guelph. 2005. Disponível em: <<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icstructure.html>>. Acesso em: 26 de junho de 2013.

GOFF, D. H.; VERESPEJ, E.; SMITH, A. K. A study of fat and air structures in ice cream. **Internacional Dairy Journal**, Ontário, v.9, n.11, p.817-829, 1999.

GOMES, D. E.; MENDES, L. T.; BASTO, K. P. L.; POVOA, H. C. C.; AREDES, E. M. Detecção de microrganismos em sorvetes fabricados e comercializados no município de Muriaé-MG e região. **Revista Científica da FAMINAS**, Muriaé, v.2, n.1, p.35, 2006.

GONÇALVES, A. A.; EBERLE, I. R. Frozen yogurt with probiotic bacteria. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.3, p.291-297, 2008.

GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; SANTOS, L. F. dos. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.11, p.12-17, 2013.

GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C; BECERRA, M.; CHÁFER, M.; ALBORS, A.; CAROT, J. M.; CHIRALT, A. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality – **Trends in Food Science & Technology**, London, v.13, n.9-10, p.334-340, 2002.

GRAJEK, W.; OLEJNIK, A.; SIP, A. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. **Acta Biochimica Polonica**, Poland, v.52, n.3, p.665-671, 2005.

GRANATO, D.; BRANCO, G. F.; NAZZARO, F.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. Functional foods and nondairy probiotic food development: trends, concepts and products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v.9, n.3, p.291-302, 2010.

GUIMARÃES, D. H.; SUMERE, J. S. Correlações das propriedades reológicas e sensoriais da calda de sorvete elaborado a partir do extrato da soja com leite de cabra. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p.117-132, 2012.

HA, E.; ZEMEL, M. B. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v.14, n.5, p.251-258, 2003.

HASLER, C. M. Functional foods: their role in disease prevention and health promotion. **Food Technology**, Chicago, v.52, n.11, p.63-70, 1998.

HAULY, M. C. O.; FUCHS, R. H. B.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Suplementação de iogurte de soja com frutooligosacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. **Revista Nutrição**, Campinas, v.18, n.5, p.613-622, 2005.

HEIN, K. A.; JAEGER, S. R.; CARR, B. T.; DELAHUNTY, C. M. Comparison of five common acceptance and preference methods. **Food Quality and Preference**, Barking, v.19, n.7, p.651-661, 2008.

HUEBNER, J.; WEHLING, R. L.; PARKHURST, A.; HUTKINS, R. W. Effect of processing conditions on the prebiotic activity of commercial prebiotics. **International Dairy Journal**, Huntingdon, v.18, n.3, p.287-293, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ed, 1ed digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

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

ISIK, U.; BOYACIOGLU, D.; CAPANOGLU, E.; NILUFER, D. E. Frozen yogurt with added inulin and isomalt. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.94, n.4, p.1647-1656, 2011.

ISMAIL, E. A.; AL-SALEH, A. A.; METWALLI, A. A. M. Effect of Inulin Supplementation on Rheological Properties of Low-Fat Ice Cream. **Life Science Journal**, New York, v.10, n.3, p. 1742-1746, 2013.

JACOB, M. M.; PRAPULLA, S. G. **Fructans including inulin**. In: NOLLET, L. M. L.; TOLDRÁ, F. (Ed.) *Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods*. Boca Raton: CRC Press, Cap. 24, 2012. p.561-581.

JAPANESE MARKET INFORMATION: TOKUHO. **Food for specifier health use (FOSHU)**. Disponível em : < <http://www.matsutani.com/fibersol2marketinjp.html>>. Acesso em 13 de janeiro de 2013.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JELIČIĆ, I.; BOŽANIĆ, R.; TRATNIK, L. Whey based beverages - new generation of dairy products. **Mljekarstvo**, Zagreb, v.58, n.3, p.257-274, 2008.

KARACA; O. B.; GÜVEN, M.; YASAR, K.; KAYA, S.; KAHYAOGLU, T. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v.62, n.1, p.93-99, 2009.

KAUR, N.; GUPTA, A. K. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. **Journal Biosciences**, Bangalore, v.27, n.7, p.703-714, 2002.

KHAN, R. S., GRIGOR, J.; WINGER R.; WIN, A. Functional food product development- Opportunities and challenges for food manufacturers. **Trends in Food Science & Technology**, London, v.30, n.1, p.27-37, 2012.

KLEIBEUKER, J. Whey, the way of innovation in the dairy sector. **International Dairy Magazine**, Madison, v.9, n.15, p.30-31, 2009.

KONICA MINOLTA. **Instruction Manual**. CHOMA METER CR-400/410. KONICA MINOLTA SENSING, Japão, 2002. 156p.

KREY, T.; SOUZA, C. F. V. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química do leite em pó integral produzido numa indústria da Região do Vale do Taquari - RS. **Interbio**, Dourados, v.3, n.2, 2009.

KRÜGER, R.; KEMPKA, A. P.; OLIVEIRA, D. de; VALDUGA, E. de; CANSIAN, R. L.; TREICHEL, H.; DI LUCCIO, M. Desenvolvimento de uma bebida láctea probiótica utilizando como substratos soro de leite e extrato hidrossolúvel de soja. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.1, p.43-53, 2008.

LAMOUNIER, M. L.; ARAÚJO, R. A. B. M.; LAMOUNIER, M. L.; MORZELLE, M. C. Desenvolvimento de sorvete enriquecido com fibras de linhaça e lactobacilos vivos e sua viabilidade. **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 387, n.67, p.57-63, 2012.

LAZZARINI, C.. Estabilização de iogurte e bebida láctea fermentada. **Leite e Derivados**, São Paulo, v.18, n.111, p.82-87, 2009.

LEMO, A. C. C. **Efeito da suplementação de frutooligossacarídeos (FOS) sobre o sistema imunológico: estudo em ratos**. 2008. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

LERAYER, A. L. S.; MIGUEL, A. M. R.; GUEDES, A. L. A.; CARVALHO, A. F.; HAJDENWURCEL, J. R.; FONSECA, L. M.; MOSQUIM, M. C. A.; NUTTI, M. R.; FILHO, P. S.; BRANDÃO, S. C. C.; PORFÍRIO, T. A., **Nova legislação comentada de produtos lácteos**. São Paulo: Revista da Indústria de Laticínios, 2002. p.62-80.

LIMA, E. D. P. A.; LIMA, C. A. A.; ALDRIGUE, M. L.; GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp.) em cinco estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.24, n.2, p.338-343, 2002.

LIMA, F. S. **Caracterização físico-química e bromatológica da polpa de *Spondias* sp (cajarana do sertão)**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande. 2010.

LIN, C. H.; CHEN, B. H. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. **Food Chemistry**, London, v.90, n.4, p.837-46, 2005.

LIRA JUNIOR, J. S.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; MOURA, R. J. M. Recursos genéticos de *Spondias* em Pernambuco: cajazeira, cirigüeleira e cajá umbuzeiro. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S.; SILVA JUNIOR, J. F. (Ed.). ***Spondias no Brasil: umbú, cajá e espécies afins***. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA / UFRPE, 2008. p.80-85.

LIRA JÚNIOR, J. S. de; MUSSER, R. dos S.; MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E.; SANTOS, V. F. dos. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.757-761, 2005.

LOBÃO, N. M. P. de C. **O uso de simbióticos como recurso ergogênico para atletas de futebol**. 2008. 26f. Trabalho de Conclusão de Curso (*Lato sensu* da VP Consultoria Nutricional) - Universidade Cruzeiro do Sul, Rio de Janeiro, 2008.

LORA, S. C. P. **Utilização do leite de cabra como matéria-prima no processamento de sorvete**. 1999. 101f. Dissertação (Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

LUBIANA, E. C. **Geléias, geleiadas e geléias diet**. Vitória: INCAPER, 2002. 56p.

LUM, A. K.; ALBRECHT, J. A. Sensory evaluation of ice cream made with prebiotic ingredients. **Rurals: Review of Undergraduate Research in Agricultural and Life Sciences**. v.3, n.1, 2008. Disponível em: < <http://digitalcommons.unl.edu/rurals/vol3/iss1/4>>. Acesso em: 02 de junho de 2014.

MACFARLANE, G. T.; STEED, H.; MACFARLANE, S. Bacterial metabolism and health-related effects of galacto-oligosaccharides and other prebiotics. **Journal of Applied Microbiology**, India, v.104, n.2, p.305-344, 2008.

MACFARLANE, S.; MACFARLANE, G.T.; CUMMINGS, J. H. "Review article: prebiotics in the gastrointestinal tract." **Alimentary Pharmacology e Therapeutics**, United States, v.24, n.5, p.701-714, 2006.

MAGENIS, R. B.; PRUDÊNCIO, E. S.; AMBONI, R. D. M. C.; CERQUEIRA JÚNIOR, N. G.; OLIVEIRA, R. V. B.; SOLDI, V.; BENEDET, H. D. Compositional and physical properties of yogurts manufactured from milk and whey cheese concentrated by ultrafiltration. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v.41, n.5, p.560-568, 2006.

MAIA, M. C. A.; GALVÃO, A. P. G. L. K.; DELLA MODESTA, R. C.; PEREIRA JÚNIOR, N. Avaliação sensorial de sorvete á base de xilitol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.28, n.1, p.146-151, 2008.

MANNING, T. S.; GIBSON, G. R. Prebiotics: best practice and research clinical. **Gastroenterol**, Hong Kong, v.18, n.2, p.287-298, 2004.

MANZANO, G. P. P.; DAIUTO, E. R.; JANZANTTI, N. S.; ROSSI, E. A. Aspectos sensoriais e físico-químicos de "iogurtes" de soja com espessantes/estabilizantes a base de fécula de inhame (*Dioscorea alata*), amido modificado e gelatina. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.26, n.2, p.287-296, 2008.

MATOS, R. A. **Desenvolvimento e mapa de preferência externo de bebida láctea a base de soro e polpa de graviola (*Annona muricata*)**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.

McCANN, T. H.; FABRE, F.; DAY, L. Microstructure, rheology and storage stability of low-fat yoghurt structured by carrot cell wall particles. **Food Research International**, Barking, v.44, n.4, p.884-892, 2011.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 4.ed., Boca Raton, Flórida.: CRC Press, 2007. 448p.

MENDES, C. M. **Formulação e análise sensorial de bebida nutracêutica fermentada com cogumelo *Agaricus brasiliensis***. 2010. 19f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Nutrição) - Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava, 2010.

MENEZES, C. C. **Desenvolvimento de goiabada sem adição de açúcar e com prebióticos e seus efeitos sobre biomarcadores de carcinogênese em ratos**. 2011. 155f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.

MIGUEL, D. P. **Desenvolvimento de sorvete de “iogurte” simbiótico à base de extrato aquoso de soja e de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) fermentado com *Lactobacillus acidophilus* CRL 1014**. 2009. 117f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos: Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêutica, Araraquara, 2009.

MIGUEL, D. P.; ROSSI, E. A. Viabilidade de bactérias ácido lácticas em sorvetes de iogurte durante o período de estocagem. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, Araraquara, v.14, n.1, p.93-96, 2003.

MOHAMMADI, R.; MORTAZAVIAN, A.M.; KHOSROKHAHA, R.; CRUZ, A.G. Probiotic ice cream: viability of probiotic bacteria and sensory properties. **Annals of Microbiology**, Germany, v.61, n.3, p.411-424, 2011.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v.3, n.2, p.99-112, 2006.

MOREIRA, R. W. M.; MADRONA, G. S.; BRANCO, I. G.; BERGAMASSO, 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**, Maringá, v.32, n.4, p.435-438, 2010.

MOSQUIM, M. C. A. **Fabricando sorvetes com qualidade**. São Paulo: Fonte Comunicações, 1999. 120p.

MUNDIM, S. A. P. **Elaboração de iogurte funcional com leite de cabra, saborizado com frutos do cerrado e suplementado com inulina**. 2008. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MURPHY, M. M.; BARRAJ, L. M.; HERMAN, D.; BI, X.; CHEATHAM, R.; RANDOLPH, R. K. Phytonutrient intake by adults in the united states in relation to fruit and vegetable consumption. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v.112, n.2, p.222-229, 2012.

MUSSATTO, S. I.; MANCILHA, I. M. Non-digestible oligosaccharide: a review. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v.68, n.3, p.587-597, 2007.

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

NARAIN, N.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, S. M. Volatile compounds captured through purge and trap technique in cajá-umbu (*Spondias* sp.) fruits during maturation. **Food Chemistry**, Oxford, v.102, n.3, p.726-731, 2007.

NIRO A. L. **Processamento do soro de leite**. 2011. Disponível em: <http://www.geafiltration.com/Portuguese/mercados_aplicacoes/processamento_de_soro_de_leite.htm>. Acesso em: 30 de junho de 2013.

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

NITSCHKE, M.; UMBELINO, D. C. Fruto-oligossacarídeos: novos alimentos funcionais. **Boletim SBCTA**, Campinas, v.36 n.1, p.27-34, 2002.

NITZKE, J. A.; THYS, R.; MARTINELLI, S.; OLIVERAS, L. Y.; AUGUSTO- RUIZ, W.; PENNA, N. G. Segurança alimentar – retorno às origens?. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.4, p.2-10, 2012.

OKURA, M. H; RABELO, T. M; MIGUEL, D. P; FREITAS, M. P. Avaliação microbiológica em amostras de sorvetes, coletadas no município de Uberaba, MG. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.23, n.172/173, p.166-170, 2009.

OLIVEIRA, G. I. C.; RESENDE, L. M.; MATOS, S. P.; SOARES, E. M. Alimentação e suplementação de ferro em uma população de lactentes carentes. **Revista de Pediatria**, São Paulo, v.28, n.1, p.18-25, 2006.

OLIVEIRA, H. S.; CARDOSO, P. R. **O marketing dos alimentos funcionais: reflexões sobre o mercado e os consumidores**. Universidade Fernando Pessoa, 2010. Disponível em: <<http://www.bocc.uff.br/pag/bocc-cardoso-marketing2.pdf>> Acesso em: 17 de maio de 2013.

OLIVEIRA, L. B. **Efeito de goma acácia e inulina na viabilidade de bactérias probióticas e nas características físico-químicas de leite fermentado simbiótico**. 2008. 104f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2008.

OOI, L.; LIONG, M. Cholesterol-lowering effects of probiotics and prebiotics: a review of *in vivo* and *in vitro* findings. **International Journal of Molecular Sciences**, Beijing, v.11, n.6, p.2499–2522, 2010.

OPDAHL, L. J.; BAER, R. J. Composition and consumer acceptance of frozen yogurts utilizing whey protein concentrates. **Journal of Dairy Science**, Minnesota-South, v.74, n.12, p.4151-4163, 1991.

OUWEHAND, A. C.; SALMINEN, S.; ISOLAURI, E. Probiotics: an overview of beneficial effects. **Antonie Van Leeuwenhoek**, Netherlands, v.82, n.1-4, p.279-289, 2002.

PADILHA, M. **Queijo *petit-suisse* probiótico e simbiótico: características tecnológicas e emprego de técnicas dependentes e independentes de cultivo na avaliação da sobrevivência dos probióticos no produto e ensaios de sobrevivência *in vitro***. 2013. 122f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

PAGNO, C. H.; BALDASSO, C.; TESSARO, I. C.; FLORES, S. H.; JONG, E. V. Obtenção de concentrados proteicos de soro de leite e caracterização de suas propriedades funcionais tecnológicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 2, p.231-239, 2009.

PALANCA, V.; RODRÍGUEZ, E.; SEÑORÁNS, J.; REGLERO, G. Bases científicas para el desarrollo de productos cárnicos funcionales con actividad biológica combinada. **Alimentos funcionales, Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v.21, n.2, p.199-202, 2006.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Fruto-oligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.385-390, 2003.

PATEL, S.; GOYAL, A. Functional oligosaccharides: Production, properties and applications. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Netherlands, v.27, n.5, p.119-1128, 2011.

PAULA, C. M.; PAULA, J. A.; PEREIRA, J. O. P.; SANTOS, K. M. O. Sorvete potencialmente probiótico de leite de cabras, sabor morango, adoçado com açúcar e mel de abelhas africanizadas. **Coletânea BITEC**. Instituto CENTEC. 8ª edição 2010, 102p.

PAULA, J. C. J.; ALMEIDA, F. A. **Tecnologia de fabricação de bebida láctea fermentada e não fermentada**. Vale do Jequitinhonha: EMATER – MG; dez 2010, p 3. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=152>. Acesso em: 30 de junho de 2013.

PENHA, C. B.; MADRONA, G. S.; TERRA, C. O. Efeito da substituição do açúcar por oligofrutose em bebida láctea achocolatada. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v.3, n.2, p.29-37, 2009.

PENNA, A. L. B.; ALMEIDA, K. E.; OLIVEIRA, M. N. Soro de leite: Importância biológica, comercial e industrial - principais produtos. In: OLIVEIRA, M. N. R. (Ed.). **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. 1º ed. São Paulo: Atheneu, 2009. p.251-276.

PEREDA, J. A. O.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v.2, 279p.

PEREIRA, G. G.; RAFAEL, L. M.; GAJO, A. A.; RAMOS, T. M.; PINTO, S. M.; ABREU, L. R.; RESENDE, J. V. Influência do pH nas características físico-químicas e sensoriais de *frozen yogurt* de morango. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.2, p.675-686, 2012.

PERRONE, I. T. **Soro de leite: concentração, cristalização da lactose e secagem**. 2010. 86f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.2, p.175-186, 2004.

PINTO, S. S. **Efeito da adição de *Bifidobacterium* BB-12 microencapsulada sobre as propriedades de frozen iogurte**. 2012. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

PROTESTE. 2011. **Frozen yogurt: de verdade, só um**. Disponível em: <<http://www.proteste.org.br/alimentacao/nc/noticia/frozen-yogurt-de-verdade-so-um>>. Acesso em 23 de dezembro de 2013.

PSZCZOLA, D. E. 31 ingredient developments for frozen desserts. **Food Technology**, Chicago, v.56, n.10, p.46-65, 2002.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise sensorial para avaliação da qualidade dos alimentos**. 1ª ed. Rio Grande: Editora da FURG, 2006. 266p.

RECHSTEINER, M. S. **Desenvolvimento de amidos fosfatados de batata-doce e mandioca e aplicação como substitutos de gordura em sorvetes**. 2009. 167f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

RENSIS, C. M. V. B.; SOUZA, P. F. F. Análise sensorial de iogurtes *light* elaborados com adição de fibras de inulina e oligofrutose. **FAZU em Revista**, Uberaba, v.1, n.5, p.68-72, 2008.

RENUKA, B.; S.G. KULKARNI, S. G.; VIJAYANAND, P.; PRAPULLA, S. G. Fructooligosaccharide fortifications of selected fruit juice beverages: effect on the quality characteristics. **LWT- Food Science and Technology**, London, v.42, n.5, p.1031-1033, 2009.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**, São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2004.

RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; CASTELLEN, M. S. Coleção de *Spondias* spp. da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S.; SILVA JUNIOR, J. F. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbú, cajá e espécies afins**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA / UFRPE, 2008. p.86-90.

ROBERFROID, M. B. Prebiotics: Concept, definition, criteria, methodologies, and products. In: GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. (Eds.). **Handbook of Prebiotics**. Boca Raton: CRC Press, 2008. p.39-69.

ROBERFROID, M. B. Inulin-type fructans: functional food ingredients. **Journal of Nutrition**, Wallingford, v.137, n.11, p.2493-2502, 2007a.

ROBERFROID, M. B. **Inulin-type fructans: Functional food ingredients**. United States of America: Routledge, 2005, 359p.

- ROBERFROID, M. B. Prebiotics: The Concept Revisited. **Journal of Nutrition**, Wallingford, v.137, n.2, p.830-837, 2007b.
- ROBERFROID, M. B. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**, Rome, v.34, n.2, p.105-110, 2002.
- ROBERFROID, M. B. Prebiotics and probiotics: are they functional foods? **The American Journal of Clinical Nutrition**, United States, v.71, n.6, p. 1682-1687, 2000.
- RODRIGUES, F. **Frozen yogurt - um pouco de história**. Juiz de Fora. 2011. Disponível em: <<http://www.queijosnobrasil.com.br/frozen-historia.html>>. Acesso em 28 de outubro de 2013.
- RODRIGUES, A. P.; FONTANA, C. V.; PADILHA, E; SILVESTREIN, M.; AUGUSTO, M. M. M. Elaboração de sorvete sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**, Rio Grande, v.16, n.2, p.55-62, 2006.
- ROMANO, C. C. **Influência da inulina nas características químicas, sensoriais e sobrevivência do *L. acidophilus* em frozen yogurt simbiótico com teor reduzido de lactose**. 2012. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Campo Mourão, 2012.
- ROSA, C. de O. B.; COSTA, N. M. B. Alimentos funcionais: histórico, conceitos e atributos. Rio de Janeiro. In: COSTA, N. M. B.; ROSA, C. de O. B. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2010. p.03-08.
- SAAD, S. M. I.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F. **Probióticos e prebióticos em alimentos: fundamentos e aplicações tecnológicas**. São Paulo: Livraria Varela, 2011. 669p.
- 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.
- SALES, R. L., VOLP, A. C. P., BARBOSA, K. B. F., DANTAS, M. I. S., DUARTE, H. S., MINIM V. P. R. Mapa de preferência de sorvetes ricos em fibras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, supl.0 p.27-31, 2008.
- SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição: introdução a bromatologia**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- SANDOLO, C.; MATRICARDI, P.; ALHAIQUE, F.; COVIELLO, T. Effect of temperature and cross linking density on rheology of chemical cross-linked guar gum at the point. **Food Hydrocolloids**, Itália, v.23, n.1, p.210-220, 2009.
- SANTANA, I. B. B.; SOARES FILHO, W. dos S.; RITZINGER, R.; COSTA, M. A. P. de C. Umbu-cajazeira: boas perspectivas para o Semiárido baiano. **Revista Bahia Agrícola**, Bahia, v.9, n.1, p.101-105, 2011.

SANTANA, L., MATSUURA, F., CARDOSO, R. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23 supl.0, p.151-155, 2003.

SANTOS, C. T.; COSTA, A. R.; FONTAN, G. C. R.; FONTAN, R. C. I.; BONOMO, R. C. F. Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.1, p.55-60, 2008.

SANTOS, C. T.; MARQUES, G. M. R.; FONTAN, G. C. R.; FONTAN, R. C. I.; BONOMO, R. C. F.; BONOMO, P. Elaboração e caracterização de uma bebida láctea fermentada com polpa de umbu (*Spondias tuberosa* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.8, n.2, p.111-116, 2006.

SANTOS, G.; COSTA, J. A. M.; CUNHA, V. C. M.; BARROS, M. O.; CASTRO, A. A. Avaliação sensorial, físico-química e microbiológica do leite fermentado probiótico desnatado adicionado de jenipapo desidratado osmoticamente. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.67, n.388, p.61-67, 2012.

SANTOS, M. B. **Conservação da polpa de umbu-cajá (*Spondias spp*) por métodos combinados**. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Fitotecnia.). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2009.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.32, n.4, p.1089-1097, 2010.

SANTOS, P. P. **Desenvolvimento de gelado comestível probiótico**. 2012. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2012.

SAVADOGO, A.; OUATTARA, C. A. T.; BASSOLE, I. H. N.; TRAORE, A. S. Bacteriocins and lactic acid bacteria - a minireview. **Africa Journal Biotechnology**, Kenya, v.5, n.9, p.678-683, 2006.

SCHALLER-POVOLNY, L. A.; SMITH, D. E. Sensory attributes and storage life of reduced fat ice cream as related to inulin content. **Journal of Food Science**, Chicago, v.64, n.3, p.555-559, 1999.

SCHIEBER, A. Functional foods and nutraceuticals. **Food Research International**, Barking, v.46, n.2, p.437, 2012.

SEOLIN, V. J.; SCAPIM, M. R. S.; PIERETTI, G. G.; TONON, L. A. C.; MADRONA, G. S. Substituição de sacarose por frutooligosacarídeo em sorvete. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v.7, n.2, p.106-107, 2013.

SERPA, L.; PRIAMO, W. L.; REGINATTO, V. Destino ambientalmente correto a rejeitos de queijaria e análise de viabilidade econômica. 2009. In: International Workshop Advances in Cleaner Production, 2., 2009. São Paulo. **Anais...** Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/4b/4/V.%20Reginato%20-%20Resumo%20Exp%20-%204B-4.pdf>>. Acesso em: 13 de maio 2013.

SGARBIERI, V. C. Inovação nos processos de obtenção, purificação e aplicação de componentes do leite bovino. 1ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2012. 291p.

SHIMAKURA, S. E.; RIBEIRO JUNIOR P. J. 2013. **Estatística**. Disponível em <<http://www.est.ufpr.br/~paulojus/CE003/ce003.html>>. Acessado em 10 de julho de 2013.

SILVA, A. O. **Elaboração de sorvete e iogurte de leite de cabra com frutos do semiárido**. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013a.

SILVA, E. C. L. **Análises físico-químicas e comparação de rotulagem de bebidas lácteas e iogurtes**. 42f. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, 2013b.

SILVA, E. V. C.; MEDEIROS, F. P. S.; MONTEIRO, D. B.; SILVA, G. F. Elaboração de bebida láctea pasteurizada sabor bacuri enriquecida com pólen. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v.4, n.1, p.01-09, 2010.

SILVA, F. de A. S.; DUARTE, M. E.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, p.967-973, 2010.

SILVA, F. V. G.; SILVA, S. M.; SILVA, G. C.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; DANTAS, A. L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.32, n.4, p.685-691, 2012.

SILVA, K. **Sorvetes com diferentes produtos de soro de leite bovino: avaliações sensoriais, físico-químicas e ultra-estruturais**. 2004. 113f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S dos; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**, São Paulo, Varela, 2007. 552p.

SILVA, P. D. L.; VARELA, M. S. S.; CORREIA, R. T. P. Composição, avaliação sensorial e propriedades de derretimento do sorvete de leite de cabra produzido a partir de diferentes fontes de gordura. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.69, n.3, p.341-345, 2010.

SILVA, P. D. L. **Desenvolvimento de sorvete probiótico à base de leite de cabra: estudo da formulação, características físico-químicas, sensoriais e viabilidade das bactérias probióticas**. 2011. 120f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

SILVA, S. V. **Desenvolvimento de Iogurte Probiótico com Prebiótico**. 2007. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SILVA, V. M. da. **Sorvete *light* com fibra alimentar: Desenvolvimento, caracterização físico-química, reológica e sensorial.** 2012. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SILVEIRA, H. G.; QUEIROZ, N. A. S.; NETA, R. S. P.; RODRIGUES, M. C. P.; COSTA, J. M. C. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de sorvetes do tipo tapioca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, n.1, p.60-65, 2009.

SINHA, R.; RADHA, C.; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. **Food Chemistry**, Oxford, v.101, n.4, p.1484-1491, 2007.

SIRÓ, I.; KÁPOLNA, E.; KÁPOLNA, B.; LUGASI, A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance - A review. **Appetite**, Amsterdam, v.51, n.3, p.456-467, 2008.

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**, Belo Horizonte, v.63, n.4, p.996-1002, 2011.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. **Série publicações técnicas do centro de informação em alimentos: sorvetes.** Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2001.

SORVEMIX. 2013. Disponível em: <http://www.sorvemix.com.br/pagina_dinamicas/ver/359>. Acesso em: 15 de junho de 2013.

SORVETES E CASQUINHAS. **Ação e aplicação do açúcar no sorvete.** 2012. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/162.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2013.

SORVETES E CASQUINHAS. **Os estabilizantes em sorvetes.** 2009. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/88.pdf>. Acesso em: 15 de junho de 2013.

SORVETES E CASQUINHAS. **Iogurte.** 2008. Disponível em: <<http://www.insumos.com.br/>>. Acesso em: 15 de junho de 2013.

SOUKOULIS, C.; CHANDRINOS, I.; TZIA, C. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with k-carrageenan on storage quality of vanilla ice cream. **Food Science and Technology**, London, v.41, n.10, p.1816-1827, 2008.

SOUKOULIS, C.; TZIA, C. Impact of the acidification process, hydrocolloids and protein fortifiers on the physical and sensory properties of *frozen yogurt*. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v.61, n.2, p.170-177, 2008.

SOUZA, J. C. B., COSTA, M. R., DE RENSIS, C. M. V., SIVIERI, K. Sorvete: composição, processamento e viabilidade da adição de probiótico. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.21, n.1, p.155-165, 2010.

STEFE, C. A.; ALVES, M. A. R.; RIBEIRO, R. L. Probióticos, prebióticos e simbióticos-Artigo de revisão. **Saúde e Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v.3, n.1, p.16-33, 2008.

STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, T. T.; GOMES, R. V.; AMARAL, M. P. H.; CARVALHO, A. F.; VILELA, M. A. P. Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v.43, n.2, p.181-194, 2007.

SU, F. **Comportamento estrutural de formulações de gelado comestível com variações da base gordurosa**. 2012. 114f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

TAGLIARI, M. **Influência de diferentes hidrocoloides no comportamento reológico de bebidas lácteas não fermentadas**. 2011. 76f Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, 2011.

TAMIME, A. Y. **Fermented milks**. Oxford:Blackwell Science Ltd, 2006.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yoghurt science and technology**. 3ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000.

TEBALDI, V. M. R.; RESENDE, J. G. O. S.; RAMALHO, G. C. A.; OLIVEIRA, T. L. C.; ABREU, L. R.; PICCOLI, R. H. Avaliação microbiológica de bebidas lácteas fermentadas adquiridas no comércio varejista do Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n.4, p.1085-1088, 2007.

TEIXEIRA, A. P.; PAIVA, C. F.; RESENDE, A. J.; ZANDONADI, R. P. O efeito da adição de yacon no suco de laranja industrializado sobre a curva glicêmica de estudantes universitários. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.2, p.313-319, 2009.

THAMER, K. G.; PENNA, A. L. B. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.589-595, 2006.

TONELI, J. T. C. L.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X.; NEGREIROS, A. A. Efeito da umidade sobre a microestrutura da inulina em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.122-131, 2008.

TUOHY, K. M.; ROUZAUD, G. C. M.; BRÜCK, W. M.; GIBSON, G. R. Modulation of the human gut microflora towards improved health using prebiotics. **Assessment of Efficacy Current Pharmaceutical Design**, Leipzig, v.11, n.1, p.75-90, 2005.

VACONDIO, R.; LOPES, E. S. ROSA, N. C.; CARVALHO, A. R.; PIERETTI, G. G.; MADRONA, G. S. Caracterização e avaliação sensorial de sorvete com extrato aquoso de yacon. **E-xacta**, Belo Horizonte, v.6, n.2, p.155-163, 2013.

VAN LOO, J.; COUSSEMENT, P.; DE LEENHEER, L.; HOEBREGS, H.; SMITS, G. On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, England, v.35, n.6, p.525-52, 1995.

VASCONCELOS, B. G. **Desenvolvimento de mix de açaí, probiótico, prebiótico e simbiótico**. 2010. 54f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

VASCONCELOS, C. M.; SILVA, C. O.; TEIXEIRA, L. J. Q.; CHAVES, J. B. P.; MARTINO, H. S. D. Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.69, n.2, p.188-193, 2010.

VEGA, C.; GOFF, H. D. Phase separation in soft-serve ice cream mixes: rheology and microstructure. **International Dairy Journal**, Champaign, v.15, n.3, p.249-254, 2005.

VILLEGAS, B.; COSTELL, E. "Flow behavior of inulin-milk beverages. Influence of inulin average chain length and of milk fat content". **International Dairy Journal**, Champaign, v.17, n.7, p.776-781, 2007.

WANG, Y. Prebiotics: present and future in food science and technology. **Food Research International**, Barking, v.42, n.1, p.8-12, 2009.

WELLS, A. L., SAULNIER, D. M. A., GIBSON, G. R. Gastrointestinal microflora and interactions with gut mucosa, In: GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. (Eds.). **Handbook of Prebiotics**. Boca Raton: CRC Press, 2008, Chap.2, p.13-18.

WESTERGAARD, V. **Tecnología de la leche en polvo – evaporación y secado por atomización**, Copenhague: Niro A/S, 2001. 166p.

WOOD, J. M. **Sensory evaluation of ice cream made with prebiotic ingredients substituted for sugar**. 2011. 84f. Dissertation (Master of Science in Health and Nutrition) - University of Nebraska. Lincoln, Nebraska, 2011.

YUN, J. W. Fructooligosaccharides – Occurrence, preparation and applications. **Enzyme and Microbial Technology**, Kyungbug, v.19, n.2, p.107-117, 1996.

APÊNDICE A - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL.

TESTE SENSORIAL – ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Data: ____/____/____ Sexo: () M () F

Faixa Etária: () 18-26 anos () 27-34 anos () 35-42 anos () 43-50 anos () > 50 anos
 Estudos: () sem estudos () fundamental () médio () superior () pós-graduação
 () incompleto () completo

Você está recebendo três amostras codificadas de *frozen* de bebida láctea fermentada funcional. Avalie cada amostra e utilize a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra e atribua uma nota para cada parâmetro. Por favor, prove-as da esquerda para a direita.

- 9– gostei extremamente
- 8– gostei muito
- 7– gostei moderadamente
- 6– gostei ligeiramente
- 5– não gostei, nem desgostei
- 4– desgostei ligeiramente
- 3– desgostei moderadamente
- 2– desgostei muito
- 1– desgostei extremamente

ATRIBUTOS					
CÓDIGO AMOSTRAS	AROMA	COR	SABOR	TEXTURA	ACEITAÇÃO GLOBAL

Teste – Intenção de Compra

Em relação às amostras já apresentadas e avaliadas anteriormente, por favor, indique sua “intenção de compra” de acordo com a escala abaixo.

- 5 – certamente compraria
- 4 – provavelmente compraria
- 3 – tenho dúvida se compraria
- 2 – provavelmente não compraria
- 1 – certamente não compraria

CÓDIGO AMOSTRAS	INTENÇÃO DE COMPRA

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.



DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Resolução CNS 196/96 inciso III.3, alínea “g”)

Você está sendo convidado (a) a participar como voluntário em uma pesquisa, onde não haverá compensação financeira pela participação, ou seja, você voluntário não irá receber nenhum ressarcimento por despesas ou gratificação pela participação. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua a outra é do pesquisador responsável. O objetivo deste trabalho é realizar análise de aceitação de *frozen* de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu. O período de participação no projeto de pesquisa será de comparecer 1 vez. Nesse período você será solicitado a comparecer ao Laboratório de Análise Sensorial do IFCE Campus Limoeiro do Norte, onde em menos de 10 minutos, você realizará o teste sensorial. Todos os resultados obtidos serão mantidos em sigilo pelos pesquisadores.

Pesquisadora Responsável:

Elisângela de Andrade Castro (Acadêmica do Mestrado em Tecnologia de Alimentos)

Dra. Marlene Nunes Damaceno (Coordenadora do Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos)

Contato: (88) 3447 6421

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO EM TESTES SENSORIAIS DE GELADO COMESTÍVEL

Eu, _____ CPF: _____, concordo em participar da análise sensorial como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora sobre a análise, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data: Limoeiro do Norte, _____

Assinatura: _____

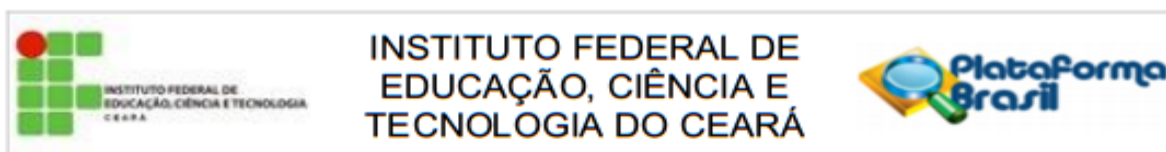
**APÊNDICE C - PREÇO DOS INGREDIENTES UTILIZADOS NAS FORMULAÇÕES
DE CALDA BASE PARA FROZEN.**

Tabela 30 – Preço (R\$) dos ingredientes utilizados nas formulações de calda base para *frozen*.

Material/ Ingredientes	Preço (R\$)/kg
Leite desnatado UHT	3,25
Cultura láctea preparada	36,62
Leite em pó desnatado	22,00
Soro em pó reconstituído	1,85
Polpa de cajá-umbu	8,90
Açúcar refinado	2,90
Amido	9,75
Corante Alimentício	49,50
Leite em pó integral	20,00
Liga Neutra	35,00
Emulsificante/estabilizante	54,90
Fibra prebiótica-FOS	43,57

Fonte: Elaborada pela autora.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Elaboração de frozen de bebida láctea fermentada prebiótica sabor cajá-umbu.

Pesquisador: Marlene Nunes Damaceno

Área Temática:

Versão:

CAAE: 31054714.4.0000.5589

Instituição Proponente: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Limoeiro do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 667.712

Data da Relatoria: 23/05/2014

Apresentação do Projeto:

O projeto encontra-se bem estruturado apresentando, objetivos, metodologias e resultados esperados. Entretanto, observou-se que o arquivo enviado não estava com formatação finalizada (marcações vermelhas e sublinhadas).

Trata-se de pesquisa na área de ciência e tecnologia de alimentos, com ênfase no desenvolvimento de produtos com alegação de propriedades funcionais à base de frutas tropicais.

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver o frozen de bebida láctea fermentada com propriedades funcionais, a partir de prebióticos como o fruto-oligossacarídeo (FOS) adicionado de polpa de cajá-umbu (*Spondias spp*) surgindo como uma alternativa para agregar valor ao produto, principalmente para as pequenas indústrias de laticínios, especialmente para o aproveitamento de matérias-primas como soro de leite e cajá-umbu.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há riscos na ingestão das mostras pelos provadores durante o experimento de análise sensorial, visto que os produtos adicionados (fruto-oligossacarídeo) não oferece risco e que as amostras só serão avaliadas após a análise microbiológica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é interessante e pode contribuir para o desenvolvimento de novos produtos na área de

Endereço: Av. Treze de Maio, 2081

Bairro: BENFICA

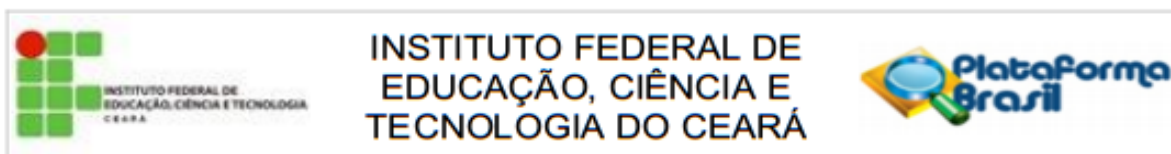
CEP: 60.040-531

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3307-3647

E-mail: hbruarque@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 067.712

alimentos, agregando valor a frutas tropicais de comercialização mais restrita como o cajá-umbu.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos obrigatórios foram apresentados corretamente.

Recomendações:

Orienta-se que, caso se trate de pesquisa de Mestrado, o projeto deva ser apresentado pelos próprios alunos de mestrado (pesquisadores responsáveis). Formatar adequadamente o projeto (ou finalizar as correções/formatações antes do envio).

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências éticas no projeto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Encaminhar ao CEP/IFCE relatório final, em até 30 dias após a conclusão do projeto, destacando aspectos éticos relevantes e riscos e benefícios imprevistos que porventura tenham sido observados durante a execução da proposta.

FORTALEZA, 29 de Maio de 2014

Assinado por:
HUGO BUARQUE
 (Coordenador)

Endereço: Av. Treze de Maio, 2081

Bairro: BENFICA

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3307-3647

CEP: 60.040-531

E-mail: hbruarque@ifce.edu.br

ANEXO B – CERTIFICADO DE CONFORMIDADE DO PRODUTO (FOS).



SIBA INGREDIENTES

CERTIFICADO DE CONFORMIDADE

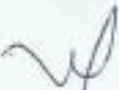
N. Certificado	101/15
Produto	BIOFIS FOS
Lote	016050BFSFOS-0611/15
Cliente	Elisângela de Andrade Castro
NF	000.002.860
Data NF	07/11/2013
Data Fabricação	06/11/2013
Quantidade	5,0kg – (5 x 1,0kg)
Validade	02 Anos

1- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS

Aspecto	Especificação	Resultados
	Pó fino de coloração branca e odor característico,	Conforme
<i>Oligofrutose</i> (base seca)	Min.: 93,2%	Conforme
<i>Sacarose + Glucose + Frutose</i> (base seca)	Máx.: 6,8%	Conforme
Matéria Seca	97 ± 1,5%	Conforme
Valor de pH (10° Brix)	5,0 – 7,0	Conforme
Condutividade (uS)	0,0 – 250,0	Conforme

2- MICROBIOLOGIA

	Especificação	Resultado
Contagem total	Máx.: 1×10^3 UFC/g	Conforme
Contagem de Leveduras	Máx.: 20 UFC/g	Conforme
Contagem de bolores	Máx.: 20 UFC/g	Conforme
Coliformes	Máx.: 30 UFC/g	Conforme
Presença de B.cereus	Máx.: 100 UFC/g	Conforme
Presença de Salmonella	Não detectada em 100g	Conforme
Presença de E.coli	Não detectada em 1g	Conforme



Sibelí Ortiz Beselga
Eng^a. de Alimentos Responsável
CREA 5080668086

SIBA Ingredientes Ind. Com. Ltda.
 R. Wçosa do Ceará, 91, Vila Sto. Catarina - São Paulo - SP 04363-090 - PABX/FAX (0xx11) 5564 8360

ANEXO C - MÉTODO OFICIAL AOAC 991.14 (STX PETRIFILM).



The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence®

June 16, 2003

Karen Silbernagel, Study Director
 rttech Laboratories
 MS 0075
 PO Box 64101
 Saint Paul, MN 55164-0101 USA

Dear Karen:

We are pleased to inform you that the Methods Committee on Microbiology adopted with modifications the method **3M™ Petrifilm™ Staph Express Count Plate Method for the Enumeration of *Staphylococcus aureus* in Selected Types of Processed and Prepared Foods: Collaborative Study (Hg 128)** as First Action on June 13, 2003. The method was assigned an *Official Methods*SM number 2003.07. A notice of the adopted method will be published in the AOAC magazine, *Inside Laboratory Management*, and in "For Your Information" in the AOAC *Journal*. AOAC staff editors will prepare the collaborative study manuscript for publication in the *Journal*. The method will be published as part of the collaborative study and will be included in the *Official Methods of Analysis* in 2004.

AOAC would like to take this opportunity to thank you for all your contributions in the development of this method.

Sincerely,

Mr. Robert Rathbone
 Director, OMA and PVM Programs

CC: James Agin, Co-Chair
 Douglas Abbott, Ph.D., Co-Chair
 Carlos Abeyta, Ph.D., Secretary
 Wallace Andrews, Ph.D., General Referee
 Ms. Olayinka Ladeji, AOAC

wrb