



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

JULIANA DE ABREU COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA, ENRIQUECIDA
COM SEMENTE DE CHIA E SABORIZADA COM ACEROLA**

Teresina

2020

JULIANA DE ABREU COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA, ENRIQUECIDA
COM SEMENTE DE CHIA E SABORIZADA COM ACEROLA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal - PPGCA da Universidade Federal do
Piauí - UFPI, na área de concentração Sanidade e
Reprodução Animal, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Maria Christina Sanches
Muratori.

Teresina

2020

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processos Técnicos

C837d Costa, Juliana de Abreu.
Desenvolvimento de bebida láctea fermentada, enriquecida com semente de Chia e saborizada com acerola. / Juliana de Abreu Costa. – 2020.
61 f.: il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2020.
“Orientador: Prof.^a Dr.^a Maria Christina Sanches Muratori.”

1. *Bifidobacterium*. 2. *Malpighia emarginata*. 3. *Salvia hispanica* L. 4. Soro de leite. I. Costa, Juliana de Abreu.
II. Título.

CDD 637.1

Bibliotecário: Gésio dos Santos Barros – CRB-3/1469

JULIANA DE ABREU COSTA

**DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA, ENRIQUECIDA
COM SEMENTE DE CHIA E SABORIZADA COM ACEROLA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - PPGCA da Universidade Federal do Piauí - UFPI, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Área de Concentração: Sanidade e Reprodução Animal

Linha de Pesquisa: Qualidade de produtos de origem animal

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Maria Christina Sanches Muratori.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Maria Christina Sanches Muratori (UFPI)

Orientadora

Prof.^a. Dr.^a. Maria Marlucia Gomes Pereira Nóbrega (UFPI)

Examinadora interna ao programa

Stella Regina Arcanjo Medeiros (UFPI)

Examinadora externa ao programa

Prof.^a. Dr.^a. Lidiana de Siqueira Nunes Ramos (UFPI)

Examinadora externo a instituição

Dr.^o Francisco das Chagas Cardoso Filho (Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará)

Examinador externo a instituição

Dedico

Aos meus pais Raimundo e Teresinha, a meu esposo Fábio e a minha filha Carolina. São minha inspiração e estímulo para a realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que pela sua misericórdia e bondade, permitiu a realização desta meta. Até aqui me ajudou o Senhor, e por isso dou graças a Ele.

Aos meus pais, Raimundo e Teresinha, por todo amor, tempo, confiança e incentivo dispensados a mim, sempre me motivando a lutar pelos meus sonhos e objetivos, e reafirmando a cada dia que a vitória só nos vem por meio de nosso esforço e dedicação.

Ao Fábio Eline (meu Bio), meu amor, amigo, esposo, companheiro e grande incentivador, que sempre me apoia e prioriza, me dando forças em todos os momentos, muito obrigado. Amo você.

À minha filha Carolina, que mesmo quando era somente um plano e estava somente em minhas orações e sonhos, já era meu grande incentivo a lutar pelo nosso futuro. Hoje, minha pequena é um sonho concretizado e que cresce forte e saudável a cada dia em meu ventre. Te amo incondicionalmente e por toda a minha vida, minha florzinha.

Ao meu irmão Moisés, por sempre está disponível a me ajudar em tudo que preciso, e à minha cunhada Letícia e meus sobrinhos, Pietro e Otávio, que estão sempre presentes em minha caminhada e torcem pelo meu sucesso.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Maria Christina Sanches Muratori, uma profissional vocacionada a pesquisa, e um ser humano de grandiosa generosidade e empatia. Gratidão eterna pela confiança e paciência, minha profa. querida.

À Prof^a. Dr^a. Maria Marlucia Gomes Pereira Nóbrega, pelos ensinamentos, pelo incentivo, pelos conselhos, pela amizade, e por contribuir no processo de elaboração desse trabalho.

À minha querida amiga e Prof^a. Dr^a. Rosana Martins e seu esposo Rômulo Barros, por sempre me ajudarem em tudo que precisei durante a execução do projeto. Meus queridos e admiráveis amigos, muito obrigado por tudo. Que Deus os abençoe abundantemente.

Ao estatístico da UFPI Tito Lívio, pela ajuda, compressão e disponibilidade.

À Friosina produtos alimentícios LTDA, em especial ao Médico Veterinário, Jarderson Oliveira, por ceder o soro de leite utilizado para o desenvolvimento do projeto.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), em especial à Prof^a. Msc. *Layane* Ribeiro de Araújo Leal por disponibilizar o Laboratório de Análise Sensorial.

Ao Sr. Figueiredo, técnico da Usina de Biodiesel da UFPI, por disponibilizar o laboratório para realização de análises.

Ao Darlisson Slag Neri Silva pela disponibilidade para execução da análise realizada na Usina de Biodiesel da UFPI.

Às residentes e amigas, Karina dos Santos Rodrigues e Eveny Silva de Melo e aos doutorandos e amigos, Rafael Gomes Abreu Bacelar e Emanuela Ribeiro Moura pelo companheirismo, incentivo, disponibilidade e por toda ajuda na execução da pesquisa. Sem vocês eu não teria conseguido.

Aos estagiários Hermano Domingos Tavares da Costa, Caio José Gomes Leal e Ruan Guilherme de Oliveira França, pela ajuda durante execução do projeto.

À doutoranda Aline Marques Monte, que se dispôs com muita paciência, a me ensinar a operar os equipamentos para análise de proteínas.

Ao Sr. Francisco e Lusmarina, técnicos de laboratório de laticínios e do laboratório de físico-química, respectivamente, pela paciência e ensinamentos necessários para utilização de equipamentos do laboratório.

Às amigas e parceiras que a graduação me deu e a pós-graduação conservou, Juliette Teixeira de Oliveira, Camila Ernanda, Elis Rosélia Dutra e Cristiane Evangelista. Obrigada pelo apoio sempre encontrado em vocês.

Aos auxiliares de limpeza do NUEPPA, George, Edna e Dona Socorro, pela paciência e auxílio durante todo o período do curso.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, por todo conhecimento transmitido.

A Universidade Federal do Piauí, por toda estrutura dispensada para realização desse projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	11
2 CAPITULO I (REVISÃO DE LITERATURA)	15
Resumo	16
Introdução	18
Desenvolvimento	18
Resultados e Discussão	18
Conclusão	28
3 CAPÍTULO II	35
Resumo	36
Abstract	36
Introdução	37
Material e Métodos	38
Resultados e Discussão	43
Conclusão	52
Referências	52
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
APÊNDICES	57

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1. Composição genérica do leite e soro de leite.....	20
Tabela 2. Requisito estabelecido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebida láctea (RTIQ) quanto ao teor de proteínas.....	22
Tabela 3. Critérios microbiológicos para bebidas lácteas fermentadas estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebida láctea (RTIQ).....	23

CAPÍTULO II

Tabela 1. Planejamento experimental para bebida láctea fermentada adicionada de sementes de chia (<i>Salvia hispanica</i> L.) e xarope de acerola (<i>Malpighia emarginata</i>)	39
Tabela 2. Caracterização centesimal e físico-química dos ingredientes utilizados nas formulações das bebidas lácteas.....	43
Tabela 3. Valores médios de acidez (g de ácido láctico/100g), pH, grau Brix, Atividade de água (AW) e sinérese das amostras de bebidas lácteas fermentadas ao longo de 21 dias de armazenamento.....	44
Tabela 04. Pesquisa de Coliformes termotolerantes e <i>Salmonella</i> spp.; viabilidade de <i>Lactobacillus acidophilus</i> e <i>Bifidobacterium</i> nas formulações de bebida láctea fermentada durante 21 dias e estocadas em refrigeração (4,0°C)	47
Tabela 5. Descrição estatística dos parâmetros avaliados na análise sensorial de bebida láctea fermentada.....	48
Tabela 6. Composição centesimal das formulações da bebida láctea fermentada.....	49
Tabela 7. Ácido ascórbico (mg/100g) das bebidas lácteas fermentadas durante 21 dias de estocagem em refrigeração (4,0°C)	51
Tabela 8. β -caroteno ($\mu\text{g/g}$) das bebidas lácteas fermentadas.....	52

LISTA DE FIGURAS**CAPITULO I**

Figura 1. Aceroleira (<i>Malpighia emarginata</i>) e seus frutos denominados acerola.....	25
Figura 2. Sementes de chia (<i>Salvia hispanica</i> L.)	27

RESUMO

O soro do leite é um subproduto do processamento de queijos e seu descarte é um grande problema pelo seu elevado potencial poluidor. A busca por melhorias na saúde e aumento da preferência por alimentos saudáveis eleva a necessidade de pesquisas e desenvolvimento de novos alimentos. O objetivo desta pesquisa foi realizar o desenvolvimento e o estudo de uma bebida láctea fermentada utilizando o soro de leite como base láctea, adicionada de semente de chia (*Salvia hispanica* L.), saborizada com xarope de acerola (*Malpighia emarginata*), avaliar parâmetros físico-químicos (pH, atividade de água, sólidos solúveis totais, acidez, sinérese), composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, matéria gorda láctea, carboidratos e valor energético), β -caroteno, ácido ascórbico, microbiológicos (*Salmonella* spp., coliformes a 45°C, viabilidade de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium animalis*) e sensorial. Os resultados de acidez total variaram de 1% a 1,27%; pH de 3,86 a 4,11; sólidos solúveis totais de 15,67 a 21,6; atividade de água de 0,93 a 0,99; sinérese de 46,67 a 68,08. As bebidas lácteas apresentaram condições higiênico-sanitárias satisfatória para *Salmonella* spp. e coliformes a 45°C; viabilidade celular do *L. acidophilus* e não houve viabilidade do *Bifidobacterium* spp. As bebidas tiveram bom índice de aceitação pelos provadores. Os resultados de umidade foram de 74,21% a 74,34%; cinzas de 0,42% a 0,55%; proteínas de 2,93% a 2,99%, matéria gorda láctea de 1,47% a 0,93%; carboidrato de 20,97% a 21,19%; valor energético de 108,83% a 105,09% e β -caroteno de 12,33% a 8,19%; e o ácido ascórbico variou de 222,23 (mg/100g) a 418,10 (mg/100g) durante os 21 dias de estocagem. Conclui-se que as bebidas lácteas formuladas apresentaram estabilidade físico-química e sensorial satisfatória, análises microbiológicas de acordo com os padrões da legislação vigente, houve viabilidade celular de *L. acidophilus* e, não houve viabilidade de *Bifidobacterium* no período de estocagem de 21 dias.

Palavras-chave: *Bifidobacterium*; *Malpighia emarginata*; *Salvia hispanica* L; soro de leite

ABSTRACT

Whey is a by-product of cheese processing and its disposal is a major problem due to its high polluting potential. The search for improvements in health and an increase in the preference for healthy foods raises the need for research and development of new foods. The objective of this research was to carry out a study and development of a fermented dairy beverage using whey as a dairy base, added with chia seed (*Salvia hispanica* L.), flavored with acerola syrup (*Malpighia emarginata*), to evaluate physical- chemical (pH, water activity, total soluble solids, acidity, syneresis), proximate composition (moisture, ash, proteins, milk fat, carbohydrates and energy value), β -carotene, ascorbic acid, microbiological (*Salmonella* spp., coliforms) at 45°C, viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis*) and sensory. Total acidity results ranged from 1% to 1.27%; pH from 3.86 to 4.11; total soluble solids from 15.67 to 21.6; water activity from 0.93 to 0.99; syneresis from 46.67 to 68.08. The dairy drinks presented satisfactory hygienic-sanitary conditions for *Salmonella* spp. and coliforms at 45°C; cell viability of *L. acidophilus* and there was no viability of *Bifidobacterium* spp. The drinks had a good acceptance rate by the tasters. The humidity results were from 74.21% to 74.34%; ash from 0.42% to 0.55%; proteins from 2.93% to 2.99%, milk fat from 1.47% to 0.93%; 20.97% to 21.19% carbohydrate; energy value from 108.83% to 105.09% and β -carotene from 12.33% to 8.19%; and ascorbic acid varied from 222.23 (mg/100g) to 418.10 (mg/100g) during the 21 days of storage. It is concluded that the formulated dairy drinks presented satisfactory physical-chemical and sensorial stability, microbiological analyzes according to the standards of the current legislation, there was cell viability of *L. acidophilus* and, there was no viability of *Bifidobacterium* in the storage period of 21 days.

Keywords: *Bifidobacterium*; *Malpighia emarginata*; *Salvia hispanica* L; whey

1 INTRODUÇÃO

As indústrias lácteas brasileiras apresentam grande importância no aspecto econômico e social, gerando emprego e renda. Este setor industrial é muito diversificado no âmbito nacional; existindo empresas de variados portes, desde empresas pequenas, que processam pequenas quantidades de leite, até multinacionais e cooperativas capazes de processar diariamente milhares de litros de leite (GONÇALVES et al., 2017).

Dada sua importância, a indústria de laticínios é fortemente pressionada para tratar seus resíduos devido seu elevado potencial poluente, que podem causar danos ambientais (BARBOSA et al., 2009). A atenção quanto à proteção ao meio ambiente tem sido causa de preocupação no setor da indústria de alimentos devido à eliminação constante de resíduos resultantes das etapas produtivas. Os efluentes produzidos pela indústria láctea resultante do processamento de queijo, especialmente soro de leite, possui elevada carga orgânica, que sendo carregada para o ambiente de forma não tratada, favorece o aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e da demanda química de oxigênio (DQO). Esse fator representa riscos à vida aquática, pela redução de oxigênio dissolvido na água (BEGNINI; RIBEIRO, 2014).

O aproveitamento destes subprodutos lácteos no preparo de alimentos para consumo humano, reduz o impacto ambiental e favorece economicamente às indústrias, através da exclusão de gastos com tratamento de efluentes e do retorno econômico com a venda desses alimentos (DE PAULA et al., 2012). Além disso, agrega elevado valor nutritivo aos produtos alimentícios desenvolvidos (VETTORELLO et al., 2017). Neste contexto, o soro de leite resultante da fabricação de queijo tem sido utilizado no preparo de bebidas lácteas, constituindo uma alternativa simples e muito atrativa, uma vez que seu processo de fabricação é relativamente fácil, sendo possível a utilização dos equipamentos já existentes nas indústrias de laticínios (DE PAULA et al., 2012).

A bebida láctea ganhou popularidade no mercado brasileiro, destacando-se como “substituta” do iogurte, podendo apresentar variações quanto ao tratamento térmico, à fermentação e à adição de ingredientes. Considerando o excelente valor nutritivo e servindo de veículo em potencial para o consumo de probióticos (KEMPKA et al., 2008), as bebidas lácteas fermentadas são vistas como potenciais alimentos probióticos, devido a sua capacidade de carrear microrganismos pelo trato gastrointestinal (JARDIM et al., 2012).

O incremento de frutas na elaboração de bebida láctea é uma alternativa muito utilizada para saborização do produto, bem como para melhoria nutricional, já que as frutas podem fornecer quantidades significativas de vitaminas, minerais e baixo teor de gordura (ZAPATA; SEPÚLVEDA-VALENCIA; ROJANO, 2015).

Dentre as frutas com potencial de aproveitamento está a acerola (*Malpighia emarginata*), uma fruta que possui grande potencial econômico e nutricional devido ao seu teor de carotenoides e antocianinas, e principalmente por ser excelente fonte de ácido ascórbico. (ARAÚJO et al., 2014; RITZINGER; RITZINGER, 2011; SILVA, 2017).

Além da saborização pela acerola, a semente de chia (*Salvia hispanica* L.) também pode ser usada no enriquecimento de derivados lácteos, visto que essa vem se tornando destaque para a alimentação humana devido ao seu alto teor de ácidos graxos essenciais, fibra alimentar e proteínas. Ao ser mergulhada em água, forma um gel transparente mucilaginoso, composto essencialmente de fibras solúveis. A mucilagem formada possui qualidades que permitem sua aplicação em diversos produtos na indústria de alimentos, podendo melhorar suas características organolépticas e o valor nutricional dos produtos elaborados (SPADA et al., 2014).

Desta forma, ressalta-se que a formulação de bebida láctea fermentada utilizando soro de leite apresenta-se como forma de contribuição para minimizar o problema ambiental causado pelo descarte deste efluente. Este fato associado ao valor nutritivo da acerola, chia e do soro lácteo, além da utilização de bactérias com potencial probiótico acarretará no desenvolvimento de um produto final com características funcionais. Com base nesse contexto, o referencial teórico representa o primeiro capítulo da tese, intitulado como: “Aproveitamento do soro de leite na elaboração de bebida láctea fermentada com chia e acerola”. O segundo capítulo “Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada acrescida de semente de chia e saborizada com xarope de acerola” esta pesquisa foi conduzida visando desenvolver uma bebida láctea fermentada, acrescida de semente de chia (*Salvia hispanica* L.) e saborizada com xarope de acerola (*Malpighia emarginata*) e avaliar suas características físico-químicas, centesimal, microbiológica e sensorial.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, E. R.; SILVA, P. K.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; BAIRRAL, M. A. A.; RÊGO, M. M.; RÊGO, E. R. Desenvolvimento de geleia de pimenta com acerola: Análise sensorial e aceitação comercial. **Revista AGROTEC** – v. 35, n. 1, p 81–88, 2014.
- BARBOSA, J. C. A.; BELO, R. F. C. Análise de leites fermentados comercializados como alimentos funcionais probióticos. **Revista Brasileira de Ciências da Vida**, [S.l.], v. 5, n. 1, jul. 2017.
- BEGNINI, B. C.; RIBEIRO, H. B. Plano para redução de carga poluidora em indústria de laticínios. **Saúde Meio Ambient.** v. 3, n. 1, p. 19-30, jan./jun. 2014.
- DE PAULA, J. C. J.; ALMEIDA, F. A.; PINTO, M. S.; RODRIGUES, T. F.; SOBRAL, D.; MACHADO, G. M. Aproveitamento de soro de queijo de coalho na elaboração de bebida láctea fermentada. **Rev. Inst. Latic.** “Cândido Tostes”, Set/Out, nº 388, 67: 25-33, 2012.
- GONÇALVES, N. P.; MADERI, T. R.; SANTOS, P. F. Avaliação das práticas ambientais em indústrias de laticínios – estudo de caso. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista.** v. 13, n. 02, 2017.
- JARDIM, F. B. B.; SANTOS, E. N. F.; ROSSI, D. A.; MELO, R. T.; MIGUEL, D. P.; ROSSI, E. A.; SYLOS, C. M. Desenvolvimento de bebida láctea potencialmente probiótica carbonatada: Características físico químicas, microbiológicas e sensoriais. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 275-286, abr./jun. 2012.
- KEMPKA, A. P.; KRÜGER, R. L.; VALDUGA, E.; Di LUCCIO, M.; TREICHEL, H; CANSIAN, R.; OLIVEIRA, D. Formulação de bebida láctea fermentada sabor pêssego utilizando substratos alternativos e cultura probiótica. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 28(Supl.): 170-177, dez. 2008.
- RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P. Acerola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p.17-25, set./out. 2011.
- SILVA, D.A. **Utilização da farinha de resíduos de acerola e umbu cajá na produção de bolo tipo cupcake.** 89 f.2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2017.

VETTORELLO, G.; DALCORSO, A.B.; BETTI, J.; KEMERICH, G. T.; OLIVEIRA, E. C. Elaboração de sorvete com adição de soro de queijo em pó. **Destques Acadêmicos**, Lajeado, v. 9, n. 4, p. 142-150, 2017.

ZAPATA, I. C.; SEPÚLVEDA-VALENCIA, U.; ROJANO, B. A. Efecto del Tiempo de Almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale* Sw). **Información Tecnológica** – Vol. 26 N° 2, 17-18, 2015.

SPADA, J. C.; DICK, M.; PAGNO, C. H.; VIEIRA, A. C.; BERNSTEIN, A.; COGHETTO, C. C.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C.; CARDOZO, N. S. M.; FLÔRES, S. H. Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, pp. 374-379, 2014.

2 CAPÍTULO I (REVISÃO DE LITERATURA)

Elaborado conforme as normas da revista Delos. Desarrollo Local Sostenible

APROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE NA ELABORAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA COM CHIA E ACEROLA

Juliana de Abreu Costa

Universidade Federal do Piauí-UFPI
<https://orcid.org/0000-0002-1574-5182>-mail
juliana.abreu04@hotmail.com

Julliet Teixeira de Oliveira Santos

Universidade Federal do Piauí-UFPI
<https://orcid.org/0000-0002-4029-7131>
jullietteixeira@hotmail.com

Rafael Gomes Abreu Bacelar

Universidade Federal do Piauí-UFPI
<https://orcid.org/0000-0002-4525-4480>
rafael.bacelar@hotmail.com

Maria Marlúcia Gomes Pereira Nóbrega

Universidade Federal do Piauí-UFPI
<https://orcid.org/0000-0002-6600-9214>
marlucia-gomes@hotmail.com

Maria Christina Sanches Muratori

Universidade Federal do Piauí-UFPI
<https://orcid.org/0000-0002-4569-0995>
chrismuratori@uol.com.br

Correspondencia: juliana.abreu04@hotmail.com

USO DEL SUERO EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDA DE LECHE FERMENTADA CON CHIA Y ACEROLA

Resumen

El suero es un subproducto del procesamiento del queso y su eliminación es un problema importante debido a su alto potencial contaminante. La búsqueda de mejoras en la salud y el aumento de la preferencia por alimentos saludables plantea la necesidad de investigación y desarrollo de nuevos alimentos. El objetivo de esta investigación fue realizar un estudio sobre el uso del suero de leche para la elaboración de una bebida láctea fermentada adicionada con semilla de chía y pulpa de acerola. La búsqueda de artículos se realizó mediante palabras clave en las bases de datos académicas Scielo, Periódicos Capes, Lilacs y Google. El suero es una solución nutritiva y muy diluida, que requiere diferentes tipos de tratamientos para generar diferentes productos de valor nutricional y económico. Existe una tendencia hacia el aumento del consumo de bebidas lácteas, debido a su baja viscosidad, suavidad y precio más accesible. Los probióticos pueden resultar en beneficios para la salud intestinal y una serie de condiciones médicas. La acerola tiene un gran potencial económico y nutricional, debido a su contenido en carotenoides y antocianinas. La adición de semilla de chía en las bebidas lácteas es un incremento nutricional debido a su composición, principalmente por su contenido en proteínas y lípidos. Se concluye que el uso de lactosuero en la elaboración de bebidas lácteas es una forma de aprovechamiento de esta materia prima, como consecuencia, la inserción de valor económico para este subproducto de la industria alimentaria, reducción de impactos ambientales y agregación de valor

nutritivo en la industria alimentaria formulación de bebidas lácteas.

Palabras clave: alimento, medio ambiente, microbiología, probiótico, proteína, subproducto, salud

USE OF WHEY IN THE PREPARATION OF FERMENTED MILK DRINK WITH CHIA AND ACEROLA

Abstract

Whey is a by-product of cheese processing and its disposal is a major problem due to its high polluting potential. The search for improvements in health and an increase in the preference for healthy foods raises the need for research and development of new foods. The objective of this research was to carry out a study on the use of whey for the elaboration of a fermented milk drink added with chia seed and acerola pulp. The search for articles was carried out using keywords in the Scielo, Periódicos Capes, Lilacs and Google academic databases. Whey is a nutritious and very diluted solution, requiring different types of treatments to generate different products of nutritional and economic value. There is a trend towards increasing consumption of dairy drinks, due to their low viscosity, softness, and more affordable price. Probiotics can result in gut health benefits and a number of medical conditions. Acerola has great economic and nutritional potential, due to its content of carotenoids and anthocyanins. The addition of chia seed in dairy drinks is a nutritional increment due to its composition, mainly protein and lipid content. It is concluded that the use of whey in the elaboration of dairy beverage is a way of using this raw material, as a consequence, the insertion of economic value for this by-product of the food industry, reduction of environmental impacts, and aggregation of nutritional value in the food industry. milk beverage formulation.

Keywords: food, environment, microbiology, probiotic, protein, by-product, health

APROVEITAMENTO DO SORO DE LEITE NA ELABORAÇÃO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA COM CHIA E ACEROLA

Resumo

O soro do leite é um subproduto do processamento de queijos e seu descarte é um grande problema pelo seu elevado potencial poluidor. A busca por melhorias na saúde e aumento da preferência por alimentos saudáveis eleva a necessidade de pesquisas e desenvolvimento de novos alimentos. O objetivo desta pesquisa foi realizar um estudo sobre o aproveitamento do soro de leite para elaboração de bebida láctea fermentada adicionada de semente de chia e polpa de acerola. A pesquisa dos artigos foi realizada utilizando palavra-chaves nas bases de dados Scielo, Periódicos Capes, Lilacs e Google acadêmico. O soro de leite é uma solução nutritiva e muito diluída, requerendo diferentes tipos de tratamentos para geração de diversos produtos de valor nutricional e econômico. Há uma tendência no aumento do consumo de bebidas lácteas, devido sua baixa viscosidade, suavidade, e preço mais acessível. Os probióticos podem resultar em benefícios a saúde intestinal e em várias condições médicas. A acerola possui grande potencial econômico e nutricional, devido ao seu teor de carotenoides e antocianinas. A adição da semente de chia em bebidas lácteas é um incremento nutricional devido a sua composição, principalmente de proteínas e teor de lipídios. Conclui-se que a utilização do soro de

leite na elaboração de bebida láctea é uma forma de aproveitamento dessa matéria prima, como consequência, a inserção de valor econômico para esse subproduto da indústria alimentícia, redução dos impactos ambientais, e agregação de valor nutricional na formulação de bebida láctea.

Palavras-chave: alimento, meio ambiente, microbiologia, probiótico, proteína, subproduto, saúde.

INTRODUÇÃO

O soro do leite é um subproduto do processamento de queijos da indústria de alimentos que possui o equivalente a 20% da proteína total do leite. É constituído principalmente por α -lactalbumina, β -lactoglobulina, imunoglobulina e albumina sérica bovina. Além de possui propriedades de emulsificação, espessamento, gelificação, retenção de água e formação de estrutura, poder antioxidante, antiviral e outras atividades biológicas (Jiang et al., 2020; Liang et al., 2020).

O descarte do soro de leite como efluente nas indústrias de laticínios é um grande problema do setor, pois o elevado teor de compostos orgânicos biodegradáveis do soro gera um forte odor e elevado potencial poluidor para os corpos hídricos e vem requerendo a adoção de processos tecnológicos adequados o reaproveitamento dessa matéria prima tão rica (Wang & Serventi, 2019).

A produção de bebidas lácteas é uma das principais formas de reaproveitamento do soro originado nos laticínios, com destaque para as bebidas fermentadas, que apresentam características organolépticas semelhantes ao iogurte, e bebidas lácteas não-fermentadas segundo (Capitani et al., 2005).

A busca por alimentos saudáveis vem ocasionando o aumento da preferência pela ingestão de frutas e polpas de frutas. Atualmente o uso de frutas na elaboração de bebidas lácteas, está relacionado com as estratégias de marketing focadas para esses produtos, que tem como objetivo melhoria das características sensoriais, e o oferecimento de novas formas de alimentos saudáveis (Siqueira, Machado & Stamford, 2013; Silva et al., 2018). Diante desse contexto, o objetivo desta pesquisa foi realizar um estudo sobre o aproveitamento do soro de leite para elaboração de bebida láctea fermentada adicionada de semente de chia e polpa de acerola.

METODOLOGIA

A pesquisa dos artigos foi realizada utilizando palavra-chaves nas bases de dados Scielo, Periódicos Capes, Lilacs e Google acadêmico. Os artigos foram selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: publicações em inglês, português e espanhol e temas que abordassem os temas relacionados: soro de leite, bebida láctea, resíduo lácteo, Probióticos.

REVISÃO

Soro de leite: subproduto da indústria láctea e impacto ambiental

Resíduos líquidos e sólidos são gerados pelas indústrias no geral, e independente do tipo de resíduo, o mesmo deve ser tratado para se enquadrar aos padrões de qualidade que estão descritos na resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 430/2011, que dispõem que qualquer resíduo ou elemento que altere as características naturais das águas deverá ser removido, sendo obrigatório o tratamento do efluente antes de ser lançado na natureza (Brasil, 2011).

Na indústria láctea, a geração de efluentes pode ocorrer durante a produção, lavagem da indústria, equipamentos e utensílios, sendo necessário o uso de grande quantidade de água durante o beneficiamento do leite. Estima-se que para cada litro de leite beneficiado, são gerados 2,5 litros de efluentes (Dias et al., 2018). Os resíduos produzidos nas operações de limpeza são destinados ao descarte, já os resíduos denominados subprodutos, que surgem durante a fabricação de determinados derivados (queijo, manteiga), podem ser beneficiados e aproveitados na formulação de novos produtos. O soro de leite e o leitelho são exemplos de subprodutos gerados pela indústria de laticínios (Fernandes, 2016).

No processo de fabricação do queijo há geração do soro de leite, que possui significativa ação poluente, ou seja, se destinado ao descarte, pode causar graves danos ambientais quando lançado de forma não tratada, dada sua significativa taxa de matéria orgânica representada principalmente pela lactose e proteínas (Moro & Weise, 2016). No entanto, o soro de leite também é reconhecido pelo seu potencial valor nutricional, muito embora durante longo período o mesmo foi desperdiçado pela indústria de alimentos, onde somente na década de 70 esta fração do leite, especialmente suas proteínas, passaram a ser estudadas (Zambão, Rocco & Von Der Heyde, 2015). Segundo Fernandes (2016), por apresentar alto valor nutritivo e elevada carga orgânica, o soro de leite não deve ser misturado aos demais efluentes industriais, devendo ser captado e conduzido separadamente, viabilizando seu aproveitamento na elaboração de outros produtos com ou sem beneficiamento industrial.

O soro é muitas vezes descartado no ambiente, principalmente por pequenas queijarias, deixando de ser processado por indústrias com tecnologia adequada para a produção de derivados de maior valor (Pithan-Silva, Bueno & Sá, 2017).

De acordo com a Instrução Normativa nº 80, de 13 de agosto de 2020, soro de leite é o produto lácteo líquido extraído da coagulação do leite utilizado no processo de fabricação de queijos, caseína alimentar e produtos similares. O soro de leite pode opcionalmente, ser submetido ao processo de desnate. Quanto a acidez, o soro de leite classificam-se em: soro de leite, quando a coagulação se produz principalmente por ação enzimática, devendo apresentar pH entre 6,0 e 6,8, e soro de leite ácido, quando a coagulação se produz principalmente por acidificação, devendo apresentar pH inferior a 6,0 (Brasil, 2020).

O soro é um líquido opaco, amarelo-esverdeado e que contém aproximadamente 55% dos sólidos existentes no leite integral original, representando em torno de 85 a 90% do volume de leite utilizado na fabricação de queijo (Recchia, 2014). A composição do soro lácteo é de aproximadamente 93,5% de água, 4,9% de lactose, 0,9% de proteína, 0,4% de gordura e 0,5% de vitaminas e sais minerais (Batista et al., 2015), no entanto sua composição depende da composição química do leite

que varia de acordo com a alimentação, reprodução, diferença individual de cada animal e do clima. A comparação da composição do leite e do soro de leite estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Composição genérica do leite e soro de leite

Componentes	Concentração no leite (% m/v)	Concentração no soro de leite (% m/v)
Caseína	2,8	0,0
Proteínas	3,7	0,9
Gordura	3,7	0,4
Cinzas	0,7	0,7
Lactose	4,9	4,9
Sólidos Totais	12,8	6,35
Água	87,2	93,5

Fonte: Batista et al. (2015); Pinto (2010).

Dentre os componentes do soro de leite, a proteína vem chamando bastante atenção em virtude do seu excelente valor biológico, por apresentar em sua composição alto conteúdo de aminoácidos essenciais. Considerando a elevada quantidade de aminoácidos essenciais, as proteínas do soro podem aumentar o valor nutricional dos alimentos usados na dieta humana e podem liberar uma variedade de peptídeos bioativos, que possuem atividades antioxidante, antibacteriana, imunomoduladora, assim como a inibição da enzima conversora da angiotensina-I (Ma et al., 2016; Wijayanti, Bansal & Deeth, 2014).

A importância do soro de leite está tanto na valiosa composição nutricional, quanto no seu grande volume produzido. Estima-se que para cada quilo de queijo produzido, são gerados em média nove litros de soro, e neste subproduto fica retido mais da metade dos sólidos presentes no leite original (Alves et al., 2014). Anualmente são produzidas toneladas deste subproduto na indústria queijeira, o Brasil já alcançou o volume de 2,7 milhões de toneladas (MAPA, 2017).

A industrialização do soro, apesar de gerar produtos que são amplamente demandados por várias empresas, devido à necessidade de instalações industriais com certo grau de complexidade, exige considerável volume de investimentos, o que tem restringido a ampliação do número de processadoras no país (Alves et al., 2014). Segundo Pithan-Silva, Bueno e Sá (2017), a construção de um local de processamento de soro de leite tem como obstáculo o elevado custo para a implantação do estabelecimento, juntamente com a necessidade de grande volume de soro que justifique a sua implantação e a variedade nos tamanhos de queijarias e sua dispersão no território, dificultando a logística de coleta. Esses fatores causam dificuldade na industrialização do subproduto no país, com isso a tendência é instalar unidades centrais de processamento que possam receber o soro produzido pelas queijarias de uma determinada região.

Embora apresente um nobre valor nutricional, o seu uso *in natura* é bastante restrito por sua perecibilidade e a alta diluição de seus componentes. Por conta desses fatores, várias tecnologias têm sido estudadas e usadas para beneficiar este subproduto, contribuindo para um melhor aproveitamento,

pois somente metade de todo o soro gerado no mundo é beneficiado (Silva, 2017). Avanços tecnológicos, como a concentração do soro, que pode ser feita por aquecimento e secagem, através de evaporação, secagem por aspersão ou liofilização; por reversoterapia; desmineralização, que pode ser realizada por permutadores iônicos ou por eletrodialise, têm contribuído para o beneficiamento do soro de leite. Também pode ser utilizada a separação por membranas para obter ingredientes protéicos a partir do soro de leite (Brandelli, Daroit & Corrêa, 2015). O soro de leite é uma solução bastante nutritiva e muito diluída, requerendo diferentes tipos de tratamentos para geração de diversos produtos de valor nutricional e econômico agregado (Ozorio, 2019). Contudo, esses processos exigem alta tecnologia e não exploram totalmente a matéria-prima, por conta disso a forma mais acessível para o uso do soro é como base na produção de bebidas lácteas (Arsić et al., 2018).

Bebida láctea

O termo “bebida láctea” possui amplo sentido, englobando diferentes produtos elaborados a partir de leite e soro de leite. O soro do leite é amplamente utilizado para elaborar a bebida láctea no Brasil, sendo que essa prática foi regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com a publicação da Instrução Normativa Nº 16, de 23 de agosto de 2005, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea (Brasil, 2005), após inúmeras denúncias de adição ilegal de soro no leite na fabricação de derivados lácteos (Pithan-Silva, Bueno & Sá, 2017).

Essa Instrução Normativa define bebida láctea como o produto lácteo resultante da mistura do leite (*in natura*, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído, concentrado, em pó integral, semidesnatado ou parcialmente desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado e em pó), adicionado ou não de produtos ou substâncias alimentícias, gordura vegetal, leites fermentados, fermentos lácteos selecionados e outros produtos lácteos, em que a base láctea representa pelo menos 51% (m/m) do total de ingredientes do produto. Onde os ingredientes lácteos opcionais permitidos na produção são: creme, sólidos de origem láctea, manteiga, gordura anidra de leite, caseinatos alimentícios, proteínas lácteas, leite e outros produtos de origem láctea. Os ingredientes opcionais não lácteos permitidos são: açúcares e/ou glicídios, maltodextrina, edulcorantes nutritivos e não nutritivos, frutas em pedaços/polpa/suco e outros preparados à base de frutas, mel, cereais, vegetais, gorduras vegetais, chocolate, frutas secas, café, especiarias e outros alimentos aromatizantes naturais e inóculos e/ou sabores, amidos ou amidos modificados, gelatina ou outros produtos ou substâncias de origem alimentícia. O regulamento também define que a bebida láctea pode apresentar variações quanto ao tratamento térmico, fermentação e adição de produtos (Brasil, 2005).

Há uma tendência no aumento do consumo de bebidas lácteas, principalmente devido suas características, como baixa viscosidade e suavidade, além de apresentar preço mais acessível em comparação a outros produtos lácteos, como o iogurte, tornando-se um mercado bastante promissor (Ferreira, 2015). Ressalta-se que iogurte e bebida láctea são produtos diferentes, sendo muitas vezes confundidos pelos consumidores. Na bebida láctea não existe definição de microrganismo utilizado,

devendo apresentar um mínimo de 10^6 UFC/g no produto final para o cultivo láctico específico empregado. No iogurte deve-se utilizar obrigatoriamente o *Lactobacillus delbrueckii* (subespécie bulgaricus) e *Streptococcus salivarius* (subespécie thermophilus), sendo necessário um mínimo de 10^7 UFC/g destes microrganismos. Quanto ao teor mínimo de proteínas, no iogurte admite-se um mínimo de 2,00 gramas por 100 gramas de iogurte, sendo opcional o uso do soro (Brasil, 2007).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade não especifica as proporções exatas de soro e leite que a base láctea deve conter, sendo o limite das concentrações estipulado por meio do teor de proteínas, cujo valor é fundamental para definição do produto. Este valor deve variar de 1,0% a 2,0% no produto final, conforme indicado na tabela 2. Nas bebidas lácteas o teor mínimo de proteínas de origem láctea é de 1,0 grama para cada 100 gramas da bebida, sendo obrigatório o uso de soro em sua formulação (Brasil, 2005).

Tabela 2. Requisito estabelecido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebida láctea (RTIQ) quanto ao teor de proteínas

Produto	Teor mínimo de proteínas de origem láctea (g/100g)
Bebida láctea sem adição ou Bebida láctea sem produto(s) ou substância(s) alimentícia(s)	1,7
Bebida láctea com adição ou Bebida láctea com produto(s) ou substância(s) alimentícia(s)	1,0
Bebida láctea com Leite(s) Fermentado(s)	1,4
Bebida láctea fermentada sem adições ou Bebida láctea sem produto(s) ou substância(s) alimentícia(s)	1,7
Bebida láctea fermentada com adições ou Bebida láctea com produto(s) ou substância(s) alimentícia(s)	1,0
Bebida láctea fermentada com Leite(s) Fermentado(s)	1,4
Bebida láctea tratada termicamente após fermentação	1,2

Fonte: Brasil (2005).

O controle microbiológico é feito por meio da quantificação de coliformes totais e termotolerantes obtida no produto imediatamente após sua fabricação, conforme mostrado na tabela 3. Determina-se ainda que as bebidas lácteas fermentadas devem atestar contagem de bactérias lácticas viáveis em 10^6 UFC/g de produto durante toda a vida de prateleira. Quanto ao armazenamento, as bebidas lácteas fermentadas devem ser conservadas e comercializadas em condições de refrigeração, com temperaturas inferiores a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Brasil, 2005).

Dados do MAPA informam que no Brasil são produzidos em média 1,19 milhão de toneladas de bebida láctea (bebida láctea pura, com outros ingredientes, fermentada, fermentada com polpa, fermentada sabor e UHT) (MAPA, 2017).

Tabela 3. Critérios microbiológicos para bebidas lácteas fermentadas estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebida láctea (RTIQ)

Microrganismos	Critérios de aceitação	Situações	Método de Análise
Coliformes/mL (ou/g) (30/35 °C)	n = 5 c = 2 m = 10 M = 100	4	Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003.
Coliformes/mL (ou/g) (45 °C)	n = 5 c = 2 m < 3 M = 10	4	Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003.

Fonte: Brasil (2005).

A produção de bebidas lácteas, especialmente a fermentada está em ascensão, direcionando estudos para o desenvolvimento de bebidas fermentadas por ação de microrganismos probióticos, mas além disso, essas bebidas podem ainda ser melhoradas com a incorporação de polpa de frutas, como a acerola (Silva, 2017) e também pela adição de sementes, como a chia, rica em ácido α -linolênico, ácido linoleico e fibras (Chiareli et al., 2017), o que possibilita a oferta de sabores e formulações saudáveis para os consumidores (Siqueira, Machado & Stamford, 2013; Silva et al., 2018). A produção de bebidas lácteas saborizadas com frutas está em expansão por conta do crescimento do mercado e do seu alto valor nutritivo (Lima et al., 2016).

Adicionalmente às bebidas lácteas pode ser feito uso de diferentes ingredientes como forma de diminuir o seu custo de fabricação, melhorar seu valor nutritivo e suas características sensoriais e também atribuir funcionalidade a este produto.

Probióticos na alimentação

Os probióticos podem resultar em benefícios a saúde intestinal e também desempenhar um importante papel em várias condições médicas, como atividade antimicrobiana, prevenção e tratamento de diarreias, alívio da constipação (Felicio, 2014), estabilização da microbiota intestinal após o uso de antibióticos, tratamento e prevenção de alergia, aumento da absorção de minerais (Arrais, 2015), a intolerância à lactose, prevenção do câncer, alergias, doenças hepáticas, infecções por *Helicobacter pylori*, infecções do trato urinário, hiperlipidemia e assimilação do colesterol (Yerlikaya, 2014). O consumo regular de produtos lácteos fermentados está associado tradicionalmente aos seus efeitos benéficos sobre a saúde humana (Santos et al., 2013).

Vários parâmetros devem ser considerados e combinados para se obter sucesso na escolha do microrganismo probiótico, tais como: a origem do microrganismo, devendo ser seguro para a saúde do consumidor (reconhecido como microrganismos GRAS - Generally Recognized as Safe); quantidade necessária para se obter resposta fisiológica, inocuidade da cepa, estabilidade durante a estocagem,

possíveis efeitos da cepa sobre as propriedades sensoriais, capacidade do microrganismo tolerar o baixo pH gástrico, resistir à ação da bile e das secreções pancreática e intestinal, deve ser capaz de aderir à mucosa intestinal e de inibir a fixação de bactérias patogênicas, não possuir genes transmissores de resistência a antibióticos, possuir propriedades antimutagênicas e anticarcinogênicas, e resistir a fagos e ao oxigênio (Nunes, 2015; Rolim, 2015).

Dentre os microrganismos mais utilizados como probióticos em alimentos, destacam-se as bactérias dos gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*. Estas já foram isoladas de todas as porções do trato gastrointestinal do humano saudável. Dentre as bactérias pertencentes ao gênero *Bifidobacterium*, destacam-se *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. lactis*, *B. animalis*, *B. longum* e *B. thermophilum*. Dentre as bactérias lácticas pertencentes ao gênero *Lactobacillus*, destacam-se *L. acidophilus*, *L. helveticus*, *L. casei* subsp. *paracasei*, *L. casei* subsp. *tolerans*, *L. paracasei*, *L. fermentum*, *L. reuteri*, *L. johnsonii*, *L. plantarum*, *L. rhamnosus* e *L. Salivariu* (Arrais, 2015).

Uma das tendências da indústria de laticínios tem sido o desenvolvimento de produtos funcionais, especialmente contendo microrganismos probióticos isolados ou co-cultura de microrganismos vivos (bactérias lácticas e outras bactérias ou leveduras) que são empregadas de forma mista objetivando a relação protossimbiótica (Meira, 2015). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), determina como parâmetro para o enquadramento de um produto como probiótico que a concentração mínima de microrganismos probióticos no alimento deve estar entre 10^8 a 10^9 UFC/mL de células viáveis comprovadamente até o final da validade (Brasil, 2008).

Na indústria láctea as bactérias probióticas vem sendo amplamente utilizadas, principalmente como ingredientes de produtos como iogurtes, leite fermentados, bebidas lácteas, sorvetes, sobremesas lácteas e queijos (Rolim, 2015). A fermentação de produtos lácteos pode ser realizada por bactérias ácido-lácticas probióticas, sendo uma alternativa tecnológica que atende às exigências do consumidor, que cada vez mais busca benefícios à sua saúde (Rolim, 2015; Barbosa & Belo, 2017). Por meio da ação protossimbiótica ou protooperativa da cultura mista, o desenvolvimento de uma espécie de bactéria proporciona condições favoráveis ao crescimento da outra, garantindo que ao final da fermentação o produto obtenha o sabor, a acidez e os compostos aromáticos característicos da bebida láctea fermentada. Considerando então, o controle do binômio tempo-temperatura e porcentagem de cada bactéria láctica presente no inóculo como ferramentas importantes no controle da qualidade das bebidas lácteas fermentadas (Recchia, 2014). No armazenamento de produtos lácteos fermentados, fatores importantes a serem considerados estão associadas as suas características físico-químicas de acidez titulável total, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), atividade de água (aw) e sinérese detectados ao longo da sua estocagem, uma vez que as alterações desses valores modificam características sensoriais do produto diminuindo sua aceitação.

Acerola: potencial econômico e nutricional

A acerola (*Malpighia emarginata*) (Figura 1), também conhecida como cereja das Antilhas ou cereja dos Barbados, é uma fruta pertencente à família Malpighiaceae (García, 2016). Trata-se de uma

planta rústica e resistente, originária das Antilhas, Norte da América do Sul e América Central, sendo muito cultivada no Brasil, Porto Rico, Cuba e Estados Unidos (Silva, 2017).

Figura 1. Aceroleira (*Malpighia emarginata*) e seus frutos denominados acerola



Fonte: Arquivo pessoal.

O desenvolvimento dessa cultura no Brasil é favorecido principalmente pela existência de condições edafoclimáticas (relativo a solo e clima). No país, a área cultivada da fruta, supera 11 mil hectares, com produção média anual de 33.000 toneladas, estando no Nordeste concentrada a maior parte da produção (66%). No panorama do cultivo, dentre os fatores que interferem na produtividade da acerola destaca-se a polinização. Sabe-se que para a produção satisfatória de frutos, a planta depende de polinização cruzada, o que torna esse fator determinante dentro de um cultivo comercial (Oliveira et al., 2015).

No Piauí, a produção de acerola destaca-se no Perímetro Irrigado Tabuleiros Litorâneos do Piauí (DITALPI), localizado na cidade de Parnaíba, tendo como principal característica o cultivo da agricultura orgânica. Esse projeto, sob responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), foi implantado em 1989. A área atualmente possui 800 hectares, irrigada pelo Rio Parnaíba, e para sua expansão, já está disponível mais 2.443 hectares equipados e prontos para o manuseio. Nesse local, a produção da acerola orgânica se destaca, ocupando a maior parte da área plantada, com rendimento de pelo menos 5.750 toneladas/ano. As colheitas do projeto viram matéria-prima para a produção de polpas de frutas, que são vendidas no mercado interno principalmente para os estados de Pernambuco, Maranhão e Ceará, e exportadas por uma multinacional para países como Estados Unidos e Alemanha (Brasil, 2014; Brasil, 2019). O local é o principal produtor de acerola no estado, no qual foi produzido, em 2008, em torno de 56 toneladas/hectare/ano de acerola. Essa produtividade alcançada o fez detentor da maior produtividade de acerola no Brasil naquele ano, superando o Município de Petrolina, antes, referência internacional na produção de acerola (Martins et al., 2016).

A acerola possui grande potencial econômico e nutricional, devido ao seu teor de carotenoides e antocianinas, e principalmente por ser excelente fonte de ácido ascórbico, sobressaindo-se na lista dos alimentos com potencial funcionais. O ácido ascórbico é importante no

desenvolvimento e manutenção do organismo humano, com múltiplas funções no organismo, como: auxiliar a produção e manutenção do colágeno, auxiliar a cicatrização das feridas, fraturas, contusões e sangramentos gengivais, redução na suscetibilidade à infecção, auxiliar na formação de dentes e ossos, aumentar a absorção de ferro e prevenir o escorbuto. A fruta também é fonte de vitamina A, do complexo B como tiamina (B1), riboflavina (B2) e niacina (B3). Quanto aos minerais, contém cálcio, ferro e fósforo, embora com baixos teores (Ritzinger & Ritzinger, 2011; Araújo et al., 2014; Silva, 2017).

É importante destacar também que a acerola possui sabor e textura que agradam, características que a tornam um produto com boa aceitação no mercado. Entretanto, é um fruto com alta perecibilidade, perdendo seus caracteres desejáveis para consumo rapidamente após sua colheita. Por estar inclusa no grupo climatéricos, a fruta apresenta acelerada senescência após a colheita, perdendo umidade significativamente nos primeiros dias de conservação, tornando a um fruto mais suscetível à ocorrência de patógenos (Mazaro et al., 2015). O cultivo da acerola vem crescendo de forma persistente, despertando interesse entre os produtores e consumidores brasileiros, tanto *in natura* como adicionada sua polpa em outros produtos industriais.

O ponto da colheita do fruto dependerá do seu destino e uso. Quanto mais verde estiver a fruta, mais ácido ascórbico terá. Frutos colhidos com coloração vermelha, apresentam alto teor de açúcar e baixa acidez, indicando melhor sabor, este é o ponto para colheita dos frutos que poderão ser congelados e usados na alimentação, devendo ainda estar firmes para suportar o manuseio, porém, quando o fruto vai maturando ao ponto de ficar com coloração vermelho-intensa, seu teor de ácido ascórbico diminui (CEPLAC, 2018; EMBRAPA, 2012).

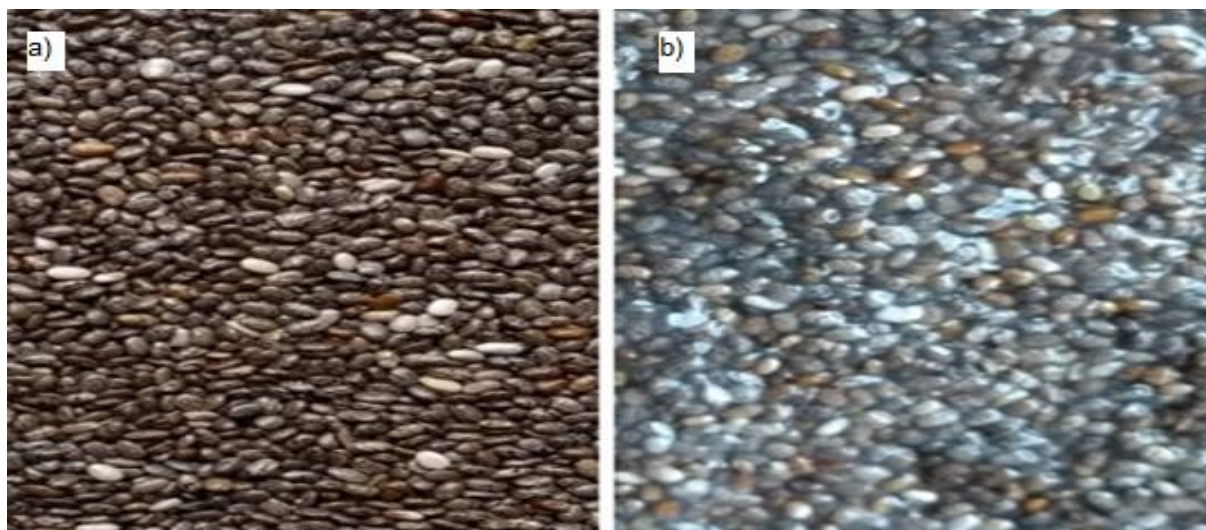
Como alternativa para a saborização de bebidas lácteas, pode-se utilizar a polpa da acerola (*Malpighia emarginata*). A acerola é fonte de nutrientes, como proteínas, carotenoides, antocianinas, tiamina, riboflavina, niacina, proteínas, cálcio e fósforo (Ritzinger & Ritzinger, 2011; Araújo et al., 2014; Silva, 2017). Contém alto teor de ácido ascórbico, sendo considerada uma super fruta por apresentar valores de concentrações dessa vitamina superiores a 80 vezes às encontradas em laranjas e limões. Com sabor ácido, pode ser consumido em natureza, em sucos e nas diversas formas de preparo doméstico ou industrial (Ribeiro & Freitas, 2020).

Chia: aspectos nutricionais e funcionais

A chia (*Salvia hispanica* L.) é uma planta herbácea pertencente à família Labiatae, produtora de sementes, nativa da região que se estende do centro-oeste do México ao norte da Guatemala (Dick, 2014). Seu nome deriva do Asteca *chian*, que significa oleoso (Ferreira, 2013). A chia vem sendo cultivada comercialmente na Austrália, Bolívia, Colômbia, Guatemala, México, Perú e Argentina. No Brasil, os investimentos no cultivo de chia são em sua maior parte na região sul e sudeste, não possuindo produção na região Nordeste, tendo apresentando bons resultados, mesmo com o pouco conhecimento sobre as exigências nutricionais da planta. As informações a respeito dessa cultura são escassas, pois estudos com a semente de chia ainda são raros (Busilacchi et al., 2013; Coelho & Salas-Mellado, 2014; Sousa & Chaves, 2016).

A semente de chia (Figura 2) vem se tornando importante para a saúde e nutrição devido à sua composição (Spada et al., 2014). É rica em proteínas (15-25%), gorduras (30-33%), carboidratos (26-41%), fibra dietética (18-30%) e cinzas (4-5%), apresentando também grande quantidade de vitaminas, minerais e antioxidantes, o que está elevando o aumento do seu consumo, principalmente em função do seu teor de óleo, composto em sua maior proporção por ácido α -linolênico (Segura-Campos et al., 2014).

Figura 2. Sementes de chia (*Salvia hispanica* L.)



Antes da hidratação (a) e após hidratação (b).

Fonte: Arquivo pessoal.

Os principais estudos sobre esta semente referem-se ao teor de ácidos graxos poli-insaturados, que são o ácido α -linolênico (n-3, LNA) e o ácido linoleico (n-6, LA). Esses compostos orgânicos atuam nas funções imunológicas, inibem a proliferação de linfócitos e citocinas pró-inflamatórias, atuam na prevenção de incidência de doenças cardiovasculares e mantém a integridade das membranas celulares e dos neurotransmissores (Ferreira, 2013; Sousa & Ludwig et al., 2013; Yao et al., 2012).

A semente de chia é um alimento rico em fibras, contendo cerca de 34,6%. Ao entrar em contato com água, a semente de chia exsuda um gel transparente mucilaginoso que permanece firmemente ligado à semente. No epicarpo da semente encontram-se células que produzem mucilagem quando umedecidas, que ao entrar em contato com a água, o epicarpo distende, a cutícula se rompe e o conteúdo das células saem em forma de mucilagem circundando toda a superfície da semente. Esse gel é composto essencialmente de xilose, glicose e ácido glicurônico (Coelho & Salas-Mellado, 2014).

A mucilagem de chia é utilizada como fibra solúvel e dietética, sendo considerada um novo ingrediente, com elevado potencial de aplicabilidade em alimentos, sendo uma alternativa bem aceita sensorialmente e com contribuição nutricional significativa (Chiarel et al., 2017).

A adição da semente de chia em bebidas lácteas é uma alternativa de incremento nutricional nesse tipo de alimento devido a sua composição, principalmente de proteínas e em função do seu teor de lipídios, composto em sua maior proporção por ácido α -linolênico, fonte de ácidos graxos poliinsaturados que auxiliam na saúde e atuam promovendo benefícios para indivíduos que sofrem de doenças cardiovasculares, diabetes e distúrbios da resposta imune (Segura-Campos et al., 2014; Alcântara et al., 2019).

O consumo desta semente dá a sensação de saciedade, levando a diminuição do consumo de energia devido à alta quantidade de fibras contida na semente, auxilia contra prisão de ventre, na prevenção da osteoporose, na redução dos níveis de triglicérides e no emagrecimento, e na prevenção do Diabetes *Mellitus* (Eckert; Almeida, 2014). O consumo de fibras alimentares vem crescendo na alimentação da população e seu consumo regular auxilia na manutenção da saúde. O efeito dessas substâncias dá-se na flora intestinal, que age promovendo a modificação da microbiota endógena afetando as funções da mucosa, as atividades endócrinas e a absorção de minerais (Campidelli et al., 2015; Coelho, Sallas Mellado, 2014).

Zerbielli (2014) desenvolveu uma bebida láctea fermentada com cultura probiótica adicionada de chia (*Salvia hispanica* L.) e obteve boa aceitação sensorial, além dos teores de cinzas, proteínas, lipídeos e a viscosidade da bebida aumentarem significativamente à medida que se aumentou a proporção de chia na bebida.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a utilização do soro de leite na elaboração de bebida láctea é uma forma de aproveitamento dessa matéria prima, como consequência, a inserção de valor econômico para esse subproduto da indústria alimentícia, redução dos impactos ambientais provocados pelo seu descarte, e agregação de valor nutricional com introdução de frutas na formulação de bebida láctea.

REFERÊNCIAS

- Alcântara, M.A., Lima, A.E.A., Braga, A.L.M., Tonon, R.V., Galdeano, M.C., Mattos, M.C., Brígida, A.I. S., Rosenhaim, R., Santos, N.A. & Cordeiro, A.M.T.M. (2019). Influence of the emulsion homogenization method on the stability of chia oil microencapsulated by spray drying. *Powder Technology*. 354, 877–885. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.06.026>
- Alves, M.P., Moreira, R.O., Rodrigues Júnior, P.H., Martins, M.C.F., Perrone, Í.T. & Carvalho, A.F. (2014) Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, 69(3), 212-226. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v69i3.341>
- Araújo, E.R., Silva, P.K., Nascimento, M.F., Nascimento, N.F.F., Bairral, M.A.A., Rêgo, M.M. & Rêgo, E. R. (2014). Desenvolvimento de geleia de pimenta com acerola: Análise sensorial e aceitação comercial. *Revista AGROTEC*. 35(1), 81–88. <https://doi.org/10.25066/agrotec.v35i1.20384>

- Arrais, B.C.D. (2015). Desenvolvimento de ricota funcional: avaliação das características físico-químicas e microbiológicas do produto. 57p. 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Norte do Paraná, Paraná.
- Arsić, S., Bulatović, M., Zarić, D., Gordana, K., Subić, J. & Rakin, M. (2018). Functional fermented whey carrot beverage - qualitative, nutritive and techno-economic analysis. *Romanian Biotechnological Letters*, 23(2).
- Barbosa, J.C.A. & Belo, R.F.C. (2017). Análise de leites fermentados comercializados como alimentos funcionais probióticos. *Revista Brasileira de Ciências da Vida*. 5(1).
- Batista, M.A., Gama, L.L.A., Almeida, L.P., Ornellas, C.B.D., Santos, L.C., Cruz, L.L. & Silvestre, M.P.C. (2015). Desenvolvimento, caracterização e análise sensorial de formulações alimentares com proteínas do soro de leite ou albumina para crianças. *Braz. J. Food Technol.*, 18(1), 31-41.
<https://doi.org/10.1590/1981-6723.3214>
- Brandelli, A., Daroit, D. J. & Corrêa, A.P.F. (2015). Whey as a source of peptides with remarkable biological activities. *Food Research International* 73, 149–161.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.016>
- Brasil (2005). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.16, de 23 de agosto de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 ago.2005. Seção 1, p.7.
- Brasil (2007). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.46, de 23 de outubro de 2007. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 out.2007. Seção 1, p.4.
- Brasil (2008). Agência Nacional de vigilância sanitária (ANVISA). Alimentos com Alegação de Propriedades Funcionais e ou Saúde, Novos Alimentos/ Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. 2008.
- Brasil (2014). Governo do Brasil. No Piauí, 'tabuleiros Litorâneos' se destacam na produção de orgânicos. Disponível em:< <http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2014/01/2018tabuleiros-litoraneos2019-se-destaca-na-producao-de-organicos> > Acesso: 13 mai. 2019
- Mapa (2017). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Relatórios de produtos por UF. Mimeografado. Brasília.
- Brasil (2018). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Acerola será destaque na Biofach 2018. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/acerola-ser%C3%A1-destaque-na-biofach-2018> Acesso: 13 mai. 2019.

Brasil (2019). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Ministra visita produção de acerola orgânica do projeto Tabuleiros Litorâneos, no Piauí. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/noticias/ministra-visita-producao-de-acerola-organica-do-projeto-tabuleiros-litoraneos-no-piaui> Acesso: 13 mai. 2019.

Brasil (2020). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 80, de 13 de agosto de 2020. Aprova o Regulamento Técnico que fixa os padrões de Identidade e Qualidade para o soro de leite e o soro de leite ácido. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 13 de agosto de 2020, Seção 1, p.2, 2020.

Busilacchi, H., Quiroga, M., Bueno, M., Di Sapio, O., Flores, V. & Severin, C. (2013). Evaluación de *Salvia hispanica* L. Cultivada en el sur de Santa Fe (República Argentina). *Cultivos Tropicales*, 34(4), 55-59.

Campidelli, M.L.L., Paulinelli, H.R., Magalhães, M.L., Penoni, N. & Carlos, F. G. (2015). Efeitos do enriquecimento da semente de chia (*Salvia hispanica*) nas propriedades de sorvete de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. 9(2), 1962- 1974. <https://doi.org/10.3895/rbta.v9n2.1820>

Capitani, C.D., Pacheco, M.T.B., Gumerato, H.F., Vitali, A. & Schmidt, F.L. (2005). Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de conservação com polissacarídeo. *Pesquisa, agropecuária brasileira*, 40(11), 1123- 1128. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001100010>

CEPLAC (2018). Comissão executiva do plano de lavoura cacaueteira. Acerola: culturas atendidas. Disponível em: < <http://www.ceplac.gov.br/radar/acerola.htm> > Acesso: 13 mai. 2019.

Chiareli, C.A., Silva, J.C., Marchiori, J.M.G. & Mello, M.H.G. (2017). Desenvolvimento de um bolo rico em fibras solúveis enriquecido com chia. *Revista Ciências Nutricionais*. 1(1), 46-52.

Coelho, M.S. & Salas-Mellado, M.M. (2014). Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. *Braz. J. Food Technol.*, 17(4), 259-268. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.1814>

Dias, F.F., Silva, C.V.A., Santos, A.F.M.S., Andrade, J.G.P. & Albuquerque, I.L.T. (2018). Tratamento de efluente da indústria de laticínios aplicando processo oxidativo avançado (H₂O₂/TiO₂/UV). *Revista GEAMA*, 4 (3), 10-15.

Dick, M. (2014). Desenvolvimento de Filmes Biodegradáveis a partir da Semente e da Mucilagem de Chia (*Salvia hispanica* L.). 93p. 2014. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Eckert, R.G. & Almeida, P.G.O. (2014). Análise centesimal e dosagem de ômega 3 em semente de

chia (*Salvia hispanica*) e semente de linhaça (*Linum usitatissimum*). *Revista Varia Scientia Agrárias*. 4(1), 49-64.

EMBRAPA (2012). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. A cultura da acerola. 3. ed. rev. ampl. – Brasília, DF.

Felicio, T.L. (2014). Desenvolvimento de tecnologia de queijo minas frescal probiótico, reduzido em sódio adicionado de arginina. 69p. 2014. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro.

Fernandes, A. (2016). Água residuária de laticínio em co-digestão com dejetos de bovinos leiteiros. 63p. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

Ferreira, T.A. (2015). Desenvolvimento de bebida láctea fermentada sabor pitanga (*Eugenia uniflora* L.) com característica probiótica e simbiótica. 81p. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco.

Ferreira, T.R.B. (2013). Caracterização nutricional e funcional da farinha de chia (*Salvia hispanica*) e sua aplicação no desenvolvimento de pães. 112p. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

García, Y.M. (2016). Perfil de compostos voláteis de acerola por GC-MS utilizando microextração em fase sólida. 57p. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São João Del-Rei, Sete lagoas, Minas Gerais.

Jiang, S., Zou, L., Hou, Y., Qian, F., Tuo, Y., Wu, X., Zhu, X. & Um, G. (2020). The influence of the addition of transglutaminase at different phase on the film and film forming characteristics of whey protein concentrate-carboxymethyl chitosan composite films. *Food Packaging and Shelf Life*. 25(100456), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100546>

Liang, X., Ma, C., Yan, X., Zeng, H., McClements, D. J., Liu, X. & Liu, F. (2020). Structure, rheology and functionality of whey protein emulsion gels: Effects of double cross-linking with transglutaminase and calcium ions. *Food Hydrocolloids*. 102(105569), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105569>

Lima, A.V.S.C., Nicolau, E.S., Rezende, C.S.M., Torres, M.C.L., Novais, L.G. & Soares, N.R. (2016). Characterization and sensory preference of fermented dairy beverages prepared with different concentrations of whey and araticum pulp. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(6), 4011-4026. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n6p4011>

Ludwig, T., Worsch, S., Heikenwalder, M., Daniel, H., Hauner, H. & Bader, B.L. (2013). Metabolic and immunomodulatory effects of n-3 fatty acids are different in mesenteric and epididymal adipose tissue

of diet-induced obese mice. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 304(11), 1140-1156. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00171.2012>

Ma, Y., Liu, J., Shi, H. & Yu, L.L. (2016). Isolation and characterization of anti-inflammatory peptides derived from whey protein. *Journal of Dairy Science*. 99(9). <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11186>

Martins, É.A., Campos, R.T., Campos, K.C. & Almeida, C.S. (2016). Rentabilidade da Produção de Acerola Orgânica Sob Condição Determinística e de Risco: estudo do distrito de irrigação Tabuleiro Litorâneo do Piauí. *RESR*. 54(1), 009-028. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005401001>

Mazaro, S.M., Borsatti, F.C., Dalacosta, N.L., Lewandowski, A.; Danner, M.A., Busso, C. & Wagner Junior, A. (2015). Qualidade pós-colheita de acerolas tratadas com ácido salicílico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife*, 10(4),512-517. <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i4a5190>

Meira, Q.G.S. (2015). Produção e caracterização de ricota caprina adicionada de bactérias probióticas. 140p. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba.

Moro, M.F. & Weise, A.D. (2016). Produção mais limpa como alternativa para o gerenciamento de resíduos em laticínios. *Revista Dellos Desarrollo Local Sostenible*. 9(27).

Nunes, G.L., Silva, T.M., Holkem, A.T., Schley, V. & Menezes, C.R. (2015). Microencapsulação de culturas probióticas: princípios do método de spray drying. *Ciência e Natura* 37, 132– 141. <https://doi.org/10.5902/2179460X19742>

Oliveira, J. E. M., Nicodemos, D. & Oliveira, F. F. (2015). Contribuição da polinização entomófila para a produção de frutos de aceroleira. *Pesq. Agropec. Trop*, 45(1), 56-65. <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4529199>

Ozorio, L. (2019). Obtainment of biofunctional ingredients from whey protein concentrates. 154f. 2019. Thesis (doctoral)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, rio de janeiro.

Pinto, F.A. (2010). Metodologia da espectroscopia no infravermelho para análise dos soros provenientes da fabricação de queijos Minas padrão e prato. 45 f. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizontes.

Pithan e Silva, R.O., Bueno, C.R.F. & Sá, P.B.Z.R. (2017). Aspectos relativos à produção de soro de leite no Brasil, 2007-2016. *Informações Econômicas*, 47(2).

Recchia, B.R.G. (2014). Desenvolvimento de bebida láctea fermentada a base de soro lácteo ácido: caracterização físico-química e reológica. 2014. 99p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo.

- Ribeiro, B.S. & Freitas, S.T. (2020). Maturity stage at harvest and storage temperature to maintain postharvest quality of acerola fruit. *Scientia Horticulturae*, 260, 108901. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108901>
- Ritzinger, R. & Ritzinger, C.H.S.P. (2011). Acerola. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte. 32(264),17-25.
- Rolim, F.R.L. (2015). Avaliação do efeito protetor de queijo de coalho caprino na sobrevivência de uma nova cepa com potencial probiótico. 69p. 2015. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba.
- Santos, K.M.O., Oliveira, I.C., Linhares, J.M.R., Barcelos, S.C., Tonucci, L.B. & Cabral, L.M. (2013). Processamento de Leite Caprino Fermentado Probiótico com Suco de Uva. Sobral: *Embrapa Caprinos e Ovinos*. 5 (137).
- Segura-Campos, M.R., Ciau-Solís, N., Rosado-Rubio, G., Chel-Guerrero, L. & Betancur-Ancona, D. (2014). Chemical and functional properties of chia seed (*Salvia hispanica* L.) Gum. *International Journal of Food Science*, Article ID 241053. <https://doi.org/10.1155/2014/241053>
- Silva, C.F., Soares, P.R., Souza, K.S.S., Almeida, K.R.P.R., Matias, A.D., Barbosa, R.P., Rocha, F.G. S., Sousa, S.A., Faria, A.V.S. & Farias, P.K.S. (2018). Elaboração de bebida láctea adicionada de polpa de fruta de cajá, graviola e tamarindo. *REAS, Revista Eletrônica Acervo Saúde*. 14, S1643-S1648. https://doi.org/10.25248/REAS350_2018
- Silva, D.A. (2017). Utilização da farinha de resíduos de acerola e umbu cajá na produção de bolo tipo cupcake. 89 f.2017. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe.
- Siqueira, A.M.O., Machado, E.C.L. & Stamford, T.L.M. (2013). Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. *Ciência Rural*. 43(9), 1693-1700. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000900025>
- Souza, R.S. & Chaves, L.H.G. (2016). Germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de chia (*Salvia hispanica* L) irrigadas com água salina. *Revista ESPACIOS*. 37(31)
- Spada, J.C., Dick, M., Pagno, C.H., Vieira, A.C., Bernstein, A., Coghetto, C.C., Marczak, L. D.F., Tessaro, I.C., Cardozo, N. S. M. & Flôres, S.H. (2014). Caracterização física, química e sensorial de sobremesas à base de soja, elaboradas com mucilagem de chia. *Ciência Rural*. 44(2) 374-379. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000200029>
- Wang, Y. & Serventi, L. (2019). Sustainability of dairy and soy processing: A review on wastewater recycling. *Journal Of Cleaner Production*, 237, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117821>
- Wijayanti, H.B., Bansal, N. & Deeth, H.C. (2014). Stability of Whey Proteins during Thermal

Processing: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 13.

<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12105>

Yerlikaya, O. (2014). Starter cultures used in probiotic dairy product preparation and popular probiotic dairy drinks. *Food Sci. Technol.* 34(2), 221-229. <https://doi.org/10.1590/fst.2014.0050>

Yao, W., Li, J., Wang, J.J., Zhou, W. Wang, Q., Zhu, R., Wang, F.& Thacker, P. (2012). Effects of dietary ratio of n-6 to n-3 polyunsaturated fatty acids on immunoglobulins, cytokines, fatty acid composition, and performance of lactating sows and suckling piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 3(1), 3-43. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-3-43>

Zambão, J.E., Rocco, C.S. & Von Der Heyde, M. E. (2015). Relação entre a suplementação de proteína do soro de leite e hipertrofia muscular: uma revisão. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. 9(50), p.179-192.

Zerbielli, K.M. (2014). Bebida láctea fermentada com cultura probiótica adicionada de semente de chia (*Salvia hispanica* L.). 66F. 2014. Dissertação (Mestrado)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

3 CAPÍTULO II

Elaborado conforme as normas da revista *Ciência Animal Brasileira*

Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada acrescida de semente de chia e saborizada com xarope de acerola

Development and physical-chemical, microbiological and sensory characterization of a fermented dairy beverage added with chia seed and flavored with acerola syrup

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma bebida láctea fermentada utilizando o soro de leite como base láctea, adicionada de semente de chia (*Salvia hispanica* L.), saborizada com xarope de acerola (*Malpighia emarginata*), avaliar parâmetros físico-químicos (pH, atividade de água, sólidos solúveis totais, acidez, sinérese), composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, matéria gorda láctea, carboidratos e valor energético), β -caroteno, ácido ascórbico, microbiológicos (*Salmonella* spp., coliformes a 45°C, viabilidade de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium animalis*) e sensorial. Os resultados de acidez total variaram de 1% a 1,27%; pH de 3,86 a 4,11; sólidos solúveis totais de 15,67 a 21,6; atividade de água de 0,93 a 0,99; sinérese de 46,67 a 68,08. As bebidas lácteas apresentaram condições higiênico-sanitárias satisfatória para *Salmonella* spp. e coliformes a 45°C; viabilidade celular do *L. acidophilus* e não houve viabilidade do *Bifidobacterium* spp. As bebidas tiveram bom índice de aceitação pelos provadores. Os resultados de umidade foram de 74,21% a 74,34%; cinzas de 0,42% a 0,55%; proteínas de 2,93% a 2,99%, matéria gorda láctea de 1,47% a 0,93%; carboidrato de 20,97% a 21,19%; valor energético de 108,83% a 105,09% e β -caroteno de 12,33% a 8,19%; e o ácido ascórbico variou de 222,23 (mg/100g) a 418,10 (mg/100g) durante os 21 dias de estocagem. Conclui-se que as bebidas lácteas formuladas apresentaram estabilidade físico-química e sensorial satisfatória, análises microbiológicas de acordo com os padrões da legislação vigente, houve viabilidade celular de *L. acidophilus* e, não houve viabilidade de *Bifidobacterium* spp. no período de estocagem de 21 dias.

Palavras-chaves: Indústria; qualidade; soro de leite.

Abstract

The objective of this research was to develop a fermented dairy beverage using whey as a dairy base, added with chia seed (*Salvia hispanica* L.), flavored with acerola syrup (*Malpighia emarginata*), to evaluate physicochemical parameters (pH, water activity, total soluble solids, acidity, syneresis), centesimal composition (humidity, ash, proteins, milk fat, carbohydrate, energetic value), β -carotene, ascorbic acid, microbiological (*Salmonella* spp, coliforms at 45°C,

viability of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis*) and sensory. Total acidity results ranged from 1% to 1.27%; pH from 3.86 to 4.11; total soluble solids from 15.67 to 21.6; water activity from 0.93 to 0.99; syneresis from 46.67 to 68.08. The dairy drinks presented satisfactory hygienic-sanitary conditions for *Salmonella* spp and coliforms at 45°C; cell viability of *L. acidophilus* and there was no viability of *Bifidobacterium* spp. The drinks had a good acceptance rate by the tasters. The humidity results were 74.21% and 74.34%; ash from 0.42% and 0.55%; proteins of 2.93% and 2.99%, milk fat of 1.47% and 0.93%; carbohydrate from 20.97% and 21.19%; energetic value of 108.83% and 105.09% and β -carotene of 12.33% and 8.19%; and ascorbic acid varied from 222.23 (mg/100g) to 418.10 (mg/100g) during the 21 days of storage. It is concluded that the formulated dairy drinks showed satisfactory physical-chemical stability and sensory analysis, microbiological analyzes according to the standards of current legislation, there was cell viability of *L. acidophilus* and, there was no viability of *Bifidobacterium* spp. in the storage period of 21 days.

Keywords: Industry; Quality; whey.

Introdução

O termo “bebida láctea” possui amplo sentido, englobando diferentes produtos elaborados a partir do leite e do soro do leite. O soro do leite é amplamente utilizado para elaborar a bebida láctea no Brasil, sendo que essa prática foi regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, com a publicação da Instrução Normativa Nº 16, de 23 de agosto de 2005, que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebida Láctea ⁽¹⁾.

No processo de fabricação do queijo há geração do soro de leite, que possui significativa ação poluente, ou seja, se destinado ao descarte, pode causar graves danos ambientais quando lançado no meio ambiente de forma não tratada, dada sua significativa taxa de matéria orgânica representada principalmente pela lactose e proteínas ⁽²⁾. O aproveitamento desse subproduto lácteo no preparo de alimentos para consumo humano, reduz o impacto ambiental e favorece economicamente às indústrias, através da exclusão de gastos com tratamento de efluentes e do retorno econômico com a venda desses alimentos ⁽³⁾.

A busca por alimentos saudáveis vem ocasionando o aumento da preferência pela ingestão de frutas e polpas de frutas. Atualmente o uso de frutas na elaboração de bebidas lácteas, está relacionado com as estratégias de marketing focadas para esses produtos, que tem

como objetivo melhoria das características sensoriais, e o oferecimento de novas formas de alimentos saudáveis ⁽⁴⁾.

Com base nesse contexto, esta pesquisa foi conduzida visando desenvolver uma bebida láctea fermentada, acrescida de semente de chia (*Salvia hispanica* L.) e saborizada com xarope de acerola (*Malpighia emarginata*) e avaliar suas características físico-químicas, centesimais, ácido ascórbico, β -caroteno, microbiológicas e sensorial.

Material e métodos

As bebidas lácteas fermentadas foram formuladas no Laboratório do Setor de Laticínios, do Núcleo de Estudos, Pesquisa e Processamento de Alimentos (NUEPPA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

O experimento foi dividido em 2 etapas, sendo a primeira etapa caracterizada para a definição das melhores formulações, com base nas análises físico-químicas das bebidas lácteas desenvolvidas. Na segunda etapa, as formulações otimizadas foram caracterizadas com base nas análises centesimais, ácido ascórbico, β -caroteno, microbiológicas, viabilidade de bactérias probióticas e análise sensorial.

Para elaboração das bebidas lácteas fermentadas, foram utilizados 1500mL de soro de leite doce proveniente da fabricação de queijo coalho cedido por uma indústria de laticínios em Teresina, Piauí, Brasil. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local em suas embalagens convencionais: a) polpa congelada de acerola (NutriVita[®]) envasados individualmente em sacos plásticos (100g) acondicionados em embalagens de 500g; b) semente de chia (Produza Foods[®]) em sachês com 250g; c) leite em pó integral Itambé[®] em sachês com 200g; d) leite pasteurizado integral Longá[®] em embalagens plásticas de 1000mL e e) açúcar cristal Olho D'água[®] em embalagens plásticas de 1000g. Antes da compra foram observados: integridade da embalagem e prazo de validade.

Para fermentação da bebida foi utilizada, de acordo com as recomendações do fabricante, a cultura mista liofilizada DVS ABT-4 (Chr Hansen[®]) de uso direto, contendo *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* Bb-12 e *Streptococcus thermophilus*.

Planejamento experimental

As formulações partiram de um valor mínimo de base láctea (51% do total de ingredientes) que a legislação determina para que a bebida se enquadre como bebida láctea

(BRASIL, 2005a), e uma quantidade mínima de polpa de acerola, para que a bebida apresentasse um teor de ácido ascórbico a suprir o índice de ingestão diária recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária através da portaria N° 33, 1998 ⁽⁵⁾, em 60 mg/100g (Adultos). Após avaliação preliminar, o delineamento experimental foi constituído de 8 ensaios (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 e E8), considerando as variáveis: base láctea (X1), xarope (X2) e semente de chia (X3), cujas proporções estão apresentadas na tabela 1, assim como as formulações obtidas. A base láctea (X1) foi composta por 70% de leite pasteurizado integral, 30% de soro de leite e de 3% de leite integral em pó. O xarope (X2) foi composto por 80% de polpa de acerola e 20% de açúcar cristal. A chia (X3) foi composto por 100% das sementes.

Tabela 1. Planejamento experimental para bebida láctea fermentada adicionada de sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) e xarope de acerola (*Malpighia emarginata*).

Ensaio	Base láctea *		Xarope **		Chia	
	(X1)	(X1)	(X2)	(X2)	(X3)	(X3)
	g	%	g	%	g	%
E1	700	70	290	29	10	1
E2	700	70	280	28	20	2
E3	650	65	340	34	10	1
E4	650	65	330	33	20	2
E5	600	60	390	39	10	1
E6	600	60	380	38	20	2
E7	550	55	440	44	10	1
E8	550	55	430	43	20	2

*Base láctea (X1) composta por 70% de leite pasteurizado integral, 30% de soro de leite e de 3,0% de leite integral em pó.

**Xarope (X) composto por 80% de polpa de acerola e 20% de açúcar cristal.

Processamento da Bebida láctea fermentada

Inicialmente foi formulada a base láctea, a partir da mistura de leite pasteurizado integral, soro de leite e leite em pó integral. O soro de leite foi pasteurizado sob agitação constante até atingir a temperatura entre 63 a 65°C, permanecendo por 30 minutos sob essa condição. Ao mesmo tempo, dissolveu-se o leite em pó no leite pasteurizado integral, e procedeu-se o aquecimento até atingir a temperatura de 50°C. Após esses procedimentos, misturou-se as duas partes, e procedeu-se o resfriamento até a temperatura de inoculação (42°C - 45°C). Em seguida, foi adicionada a cultura mista liofilizada DVS ABT-4 (Chr. Hansen®) de uso direto, contendo *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* Bb-12 e *Streptococcus thermophilus*. A fermentação foi conduzida em estufa a 42°C e finalizada após

o atingir a média de pH 4,5, aproximadamente quatro horas após o início do processo. Finalizada essa etapa, o produto foi resfriado em temperatura de refrigeração de aproximadamente de 10°C. Após o resfriamento, procedeu-se o rompimento do coágulo.

Após a produção da base láctea foi formulado o xarope de acerola homogeneizando a polpa de acerola com açúcar cristal. Em seguida, a mistura foi fervida, sob agitação constante, por aproximadamente 30 minutos, para a evaporação da água residual da polpa de acerola. Após resfriamento do xarope de acerola em temperatura ambiente, procedeu-se a mistura da base láctea, xarope e semente de chia, para preparo das formulações conforme planejamento experimental (Tabela 1).

As formulações de bebida láctea fermentada foram homogeneizadas, armazenadas em potes de vidro com tampa metálica de capacidade para 1.200 mL, previamente identificados, higienizados com solução clorada (100ppm/20 minutos) e submetidos a irradiação de lâmpada UV (253.7 nm) por 20 minutos. O conteúdo de cada pote de vidro foi fracionado para frascos plásticos com capacidade de 250 mL, previamente identificados. Na sequência, os frascos de cada tratamento foram separados para realização das análises em tempo de análise imediata (controle), 7, 14 e 21 dias de armazenamento, sob refrigeração a $\pm 4^{\circ}\text{C}$.

Análises Físico-químicas dos ingredientes e das formulações de bebidas lácteas

A base láctea (leite pasteurizado integral, soro de leite e leite integral em pó), sementes de chia e xarope (polpa de acerola e açúcar) foram submetidas às análises de umidade (%), proteínas (%), lipídeos (%), cinzas (%), e carboidratos. O soro de leite, sementes de chia, polpa de acerola, açúcar e o xarope foram submetidas às análises de quantificação de acidez titulável (% ácido lático), análise de pH, leituras de sólidos solúveis totais (°Brix) e atividade de água. As amostras de bebidas lácteas fermentadas foram submetidas as análises de acidez titulável, pH, sólidos solúveis totais, atividade de água e sinérese, onde todos os parâmetros foram avaliados em triplicata ⁽⁶⁾.

As formulações otimizadas (E4 e E8), apresentaram os melhores valores de pH e dessa maneira foram escolhidas para dar continuidade ao estudo, sendo caracterizadas com base na análise centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos, valor calórico), ácido ascórbico, β -caroteno, microbiológicas, viabilidade de bactérias probióticas e análise sensorial.

Para análise de umidade foi utilizado o medidor de umidade de bancada modelo MB27, da marca OHAUS, seguindo as orientações do fabricante. Na análise de cinzas, a amostra foi

incinerada em mufla a 550 °C, durante 5 horas ⁽⁶⁾. A análise de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, com o processo de digestão, destilação e titulação das amostras. O resultado obtido após a titulação foi calculado em fórmula para obtenção do valor de nitrogênio total ⁽⁷⁾. Determinou-se o teor de lipídios pelo método de Gerber ⁽⁶⁾. O conteúdo de carboidratos foi determinado como a diferença entre 100 e a soma do conteúdo de proteínas, gorduras, umidade e cinzas. O valor energético foi calculado considerando carboidratos e proteínas com 4 kcal/g e lipídeos com 9 kcal/g ⁽⁸⁾.

A análise de atividade de água foi feita com o aparelho previamente calibrado, conforme determinações do fabricante (PawKit Decagon[®]). Na análise de pH, pesou-se 10g da amostra em um béquer de 100mL, diluído em 100mL de água destilada e realizado a medição utilizando um aparelho de bancada, modelo K39-2014B, da marca Kasvi[®], previamente calibrado. As leituras de sólidos solúveis totais (°Brix) foram feitas por refratometria, utilizando o refratômetro de Abbé da marca Biobrix[®], escala de 0% a 95% corrigido para 20°C, conforme determinações do fabricante. A acidez titulável foi determinada utilizando solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 mol/L e fenolftaleína a 1% como solução indicadora, expressa em g de ácido láctico/100g ⁽⁶⁾.

O percentual de sinérese foi calculado pela massa do soro de leite separada da rede de gel, durante a centrifugação, dividido pela massa de bebida láctea, multiplicado por 100 ⁽⁹⁾. Foi realizada a análise de ácido ascórbico durante 21 dias de estocagem ⁽¹⁰⁾.

Para a análise de β-caroteno, a bebida láctea fermentada foi liofilizada por 48h em liofilizador (LIOTOP[®], L101, São Paulo, Brasil). Os solventes e reagentes empregados para quantificação dos carotenoides foram padrão de β-caroteno e acetona. A concentração total de carotenoides foi determinada espectrofotometricamente como descrito por ^(11,12), com adaptações. As análises foram realizadas em duplicata e sob luz fraca.

Análise Microbiológica

Foram realizadas análises microbiológicas de *Salmonella* spp. e número mais prováveis (NMP/g) de coliformes a 45°C, segundo os padrões recomendados ⁽¹³⁾.

Inicialmente pesou-se de 25g da amostra e diluição em 225mL de água peptonada (Ion[®]) a 0,1%, formando a diluição inicial (10^{-1}). A partir desta, foram preparadas diluições decimais seriadas até 10^{-3} . Para pesquisa de *Salmonella* spp., as amostras nos frascos contendo água peptonada foram incubadas a 37°C por 24 horas, para pré-enriquecimento. Para pesquisa de

coliformes a 45°C, inoculou-se 1,0 mL da amostra nas três séries de três tubos contendo Caldo Lauril Sulfato de Sódio (Tmmedia[®]) (8).

Viabilidade probiótica

Para contagem de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium animalis* foi utilizado Ágar MRS (Kasvi[®]) com modificações por adição de solução de maltose (Dinâmica[®]) e compostos inibitórios de cloreto de lítio (Dinâmica[®]) e propionato de sódio (Sigma[®]). O procedimento foi iniciado com a pesagem de 25g da amostra e diluição em 225mL de água peptonada (Ion[®]) a 0,1%, formando diluição inicial (10^{-1}). A partir desta, foram preparadas diluições decimais seriadas até 10^{-6} . Para as análises, foram utilizadas as diluições a partir da 10^{-4} até 10^{-6} .

Para a contagem de *L. acidophilus*, o MRS (Kasvi[®]) foi esterilizado a 121°C por 15 minutos, e após isso, modificado com adição de solução de maltose. A solução de maltose (Dinâmica[®]), foi preparada usando 25g de maltose dissolvidos em 50mL de água destilada, e esterilizada em filtro de membrana de 25µm. 4mL da solução foram adicionados em 100ml de ágar base à temperatura de aproximadamente 50°C. A mistura foi cuidadosamente homogeneizada, para evitar incorporação de ar (14).

Para a quantificação de *B. animalis* o MRS (Kasvi[®]) foi usado como meio base e acrescido de compostos inibitórios, sendo 0,002g/mL de cloreto de lítio (Dinâmica[®]) e 0,003 g/mL de propionato de sódio (Sigma[®]) (15). Para ambos os microrganismos, as placas foram avaliadas em duplicatas com inoculação em profundidade, incubadas em anaerobiose a 37°C por 72 h. As contagens foram expressas em unidades formadoras de colônias por mililitros (UFC/mL em log10).

Análise Sensorial

Essa pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Piauí (UFPI) sob o Parecer Consubstanciado número 2.640.867.

Realizou-se o teste de aceitação com uma escala hedônica de nove pontos (variando de 1- “desgostei muitíssimo”, 9- “gostei muitíssimo”), na qual foram avaliados os parâmetros de textura, sabor, aroma e impressão global, e teste de intenção de compra do produto de 5 pontos (variando de 1 - “certamente não compraria” ao 5 - “certamente compraria”) (6,16). Previamente foi solicitado de cada participante a anuência ao estudo, mediante a assinatura do Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A), que informou quanto aos objetivos do projeto e metodologia. Para participar do painel sensorial, foram considerados 120 provadores não treinados, integrantes do IFPI, com faixa etária de 18 a 55 anos de idade e de ambos os sexos os quais receberam orientações específicas sobre os testes (Apêndice B) antes de serem submetidos a eles. Cada provador recebeu as duas formulações da bebida láctea em copos descartáveis, contendo 20 mL, codificadas com números de três dígitos aleatórios e servidas sob condições controladas.

Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao Teste de Tukey para comparação das médias, estabelecendo significância estatística para 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Para a análise de ácido ascórbico foi utilizado o teste t-Student ($p < 0,05$). Os cálculos foram realizados com auxílio dos programas Statistica® e Excel® 2010 (Windows).

Resultados e discussão

Caracterização dos Ingredientes

A caracterização centesimal e físico-química dos ingredientes utilizados nas formulações das bebidas lácteas estão representadas na tabela 2.

Tabela 2. Caracterização centesimal e físico-química dos ingredientes utilizados nas formulações das bebidas lácteas.

Parâmetros	Ingredientes					
	Xarope*	chia	Base láctea**	Polpa de acerola	Açúcar	Soro de leite
Umidade (%)	63,11	6,62	85,62	-	-	-
Lipídios (%)	0,27	25,49	2,27	-	-	-
Proteína (%)	0,54	19,71	3,13	-	-	-
Cinzas (%)	0,25	10,07	0,06	-	-	-
Carboidrato (%)	35,83	38,11	8,92	-	-	-
Valor energético (Kcal)	147,91	460,69	68,63	-	-	-
Acidez	-	-	-	-	-	0,12
pH	3,76	6,87	-	3,67	7,73	6,5
°Brix	44,1	2,2	-	6,3	-	6,4
Aw	0,83	0,61	-	0,75	0,45	0,99

* Xarope preparado com a polpa de acerola e açúcar. ** Base láctea composta por leite pasteurizado integral, soro de leite e leite integral em pó. - Não realizado.

O teor de umidade observado no xarope pode ser explicado pela água presente na polpa de acerola. Os valores de cinzas e carboidratos, pode ter sido influenciado pela adição de açúcar na polpa de acerola, dada a quantidade de sólidos adicionado no produto.

A chia apresentou os maiores valores de lipídios, proteínas, cinzas, carboidratos e valor energético dentre os ingredientes analisados. O teor lipídico apresentado pela chia de 25,49%. A porção proteica da semente também apresentou valor significativo, 19,71%, sendo superior a outros alimentos tradicionais como o trigo, arroz, milho e cevada ⁽¹⁷⁾, conseqüentemente o teor de cinza também apresentou valor elevado, 10,07%. A alta concentração de cinzas fornece um indicativo da sua importância como fonte de minerais.

A base láctea apresentou teor de umidade de 85,62%, devido a presença do leite pasteurizado integral e soro de leite. A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade, composição e vida útil ⁽¹⁸⁾.

A polpa apresentou 6,3 °Brix e pH 3,67, atendendo aos valores estabelecidos pela legislação ⁽¹⁹⁾.

O soro de leite apresentou valores dentro do Padrão de Identidade e Qualidade do Soro do Leite, que determina valor de pH entre 6,0 e 6,8; acidez titulável em ácido láctico (g/100g) de no mínimo 0,08 a 0,14; teor de sólidos totais (g/100mL) de no mínimo 5,0 ⁽²⁰⁾. A composição do soro varia devido a diversos fatores, como o tipo de queijo produzido, tratamento térmico recebido, manipulação, entre outros.

Caracterização das Bebidas Lácteas Fermentadas

A tabela 3 apresenta os valores médios de acidez, pH, °Brix, Atividade de água e sinérese obtidos nas formulações de bebidas lácteas fermentadas.

Tabela 3. Valores médios de acidez (g de ácido láctico/100g), pH, grau Brix, Atividade de água (AW) e sinérese das amostras de bebidas lácteas fermentadas ao longo de 21 dias de armazenamento.

Formulação	Parâmetro	Tempo (em dias)			
		0	7	15	21
E1	Acidez	1,0 ± 0,05 ^{Aa}	1,1 ± 0,05 ^{Aa}	1,2 ± 0,08 ^{Aa}	1,2 ± 0,17 ^{Aa}
	pH	4,02 ± 0,06 ^{Aa}	4,02 ± 0,06 ^{Aa}	4,03 ± 0,01 ^{Aab}	4,07 ± 0,05 ^{Aab}
	°Brix	15,67 ± 0,80 ^{Aa}	17,00 ± 0,43 ^{ABa}	17,13 ± 0,77 ^{ABa}	17,73 ± 0,80 ^{Ba}
	Aw	0,97 ± 0,02 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,97 ± 0,01 ^{Aa}	0,93 ± 0,03 ^{Aa}

	Sinérese	51,1 ± 5,39 ^{aA}	54,16 ± 7,34 ^{aA}	51,84 ± 8,99 ^{aA}	63,43 ± 8,75 ^{aA}
E2	Acidez	1,0 ± 0,02 ^{Aa}	1,0 ± 0,09 ^{Aa}	1,1 ± 0,11 ^{Aa}	1,2 ± 0,24 ^{Aa}
	pH	4,03 ± 0,08 ^{Aa}	4,05 ± 0,05 ^{Aa}	4,09 ± 0,03 ^{Aa}	4,11 ± 0,04 ^{Aa}
	°Brix	16,87 ± 0,77 ^{Aa}	16,27 ± 1,14 ^{Aa}	17,13 ± 0,30 ^{Aa}	17,27 ± 0,66 ^{Aa}
	Aw	0,96 ± 0,04 ^{Aa}	0,98 ± 0,02 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,94 ± 0,02 ^{Aa}
	Sinérese	51,84 ± 14,13 ^{aA}	50,22 ± 6,14 ^{aA}	47,78 ± 5,57 ^{aA}	50,00 ± 9,10 ^{aA}
E3	Acidez	1,0 ± 0,07 ^{Aa}	1,1 ± 0,09 ^{Aa}	1,1 ± 0,14 ^{Aa}	1,2 ± 0,17 ^{Aa}
	pH	3,93 ± 0,09 ^{Aab}	3,97 ± 0,02 ^{Aab}	4,00 ± 0,08 ^{Aab}	4,02 ± 0,04 ^{Aab}
	°Brix	17,63 ± 0,70 ^{Aa}	17,73 ± 1,20 ^{Aa}	18,47 ± 0,86 ^{Aa}	18,00 ± 0,93 ^{Aa}
	Aw	0,96 ± 0,04 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,94 ± 0,03 ^{Aa}
	Sinérese	51,84 ± 14,13 ^{aA}	50,38 ± 6,13 ^{aA}	49,64 ± 5,72 ^{aA}	50,73 ± 8,96 ^{aA}
E4	Acidez	1,0 ± 0,08 ^{Aa}	1,0 ± 0,11 ^{Aa}	1,2 ± 0,15 ^{Aa}	1,2 ± 0,14 ^{Aa}
	pH	3,97 ± 0,07 ^{Aab}	4,00 ± 0,08 ^{Aab}	4,04 ± 0,02 ^{Aab}	4,06 ± 0,01 ^{Aab}
	°Brix	18,03 ± 0,77 ^{Aab}	18,20 ± 0,70 ^{Aa}	18,27 ± 0,63 ^{Aa}	18,13 ± 0,96 ^{Aa}
	Aw	0,96 ± 0,05 ^{Aa}	0,98 ± 0 ^{Aa}	0,99 ± 0,01 ^{Aa}	0,95 ± 0,02 ^{Aa}
	Sinérese	50,02 ± 13,47 ^{aA}	48,16 ± 7,41 ^{aA}	50,05 ± 7,75 ^{aA}	48,13 ± 4,48 ^{aA}
E5	Acidez	1,1 ± 0,03 ^{Aa}	1,1 ± 0,05 ^{Aa}	1,3 ± 0,14 ^{Aa}	1,2 ± 0,18 ^{Aa}
	pH	3,90 ± 0,12 ^{Aab}	3,92 ± 0,06 ^{Aab}	3,94 ± 0,03 ^{Ab}	3,98 ± 0,03 ^{Aab}
	°Brix	19,10 ± 1,17 ^{Ab}	19,73 ± 0,83 ^{Aab}	19,67 ± 1,43 ^{Aab}	18,60 ± 0,86 ^{Aa}
	Aw	0,94 ± 0,07 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,99 ± 0,01 ^{Aa}	0,96 ± 0,02 ^{Aa}
	Sinérese	49,27 ± 12,82 ^{aA}	50,38 ± 5,57 ^{aA}	47,78 ± 6,21 ^{aA}	53,69 ± 8,46 ^{aA}
E6	Acidez	1,1 ± 0,04 ^{Aa}	1,1 ± 0,07 ^{Aa}	1,2 ± 0,16 ^{Aa}	1,2 ± 0,16 ^{Aa}
	pH	3,90 ± 0,07 ^{Aab}	3,95 ± 0,06 ^{Aab}	3,98 ± 0,01 ^{Aab}	3,99 ± 0,02 ^{Aab}
	°Brix	19,33 ± 0,50 ^{Ab}	19,87 ± 0,84 ^{Aab}	19,67 ± 1,17 ^{Aab}	20,00 ± 1,27 ^{Aab}
	Aw	0,95 ± 0,07 ^{Aa}	0,98 ± 0 ^{Aa}	0,97 ± 0,02 ^{Aa}	0,96 ± 0,02 ^{Aa}
	Sinérese	48,89 ± 13,48 ^{aA}	49,64 ± 4,61 ^{aA}	48,87 ± 14,17 ^{aA}	45,93 ± 4,48 ^{aA}
E7	Acidez	1,1 ± 0,01 ^{Aa}	1,1 ± 0,07 ^{Aa}	1,2 ± 0,14 ^{Aa}	1,3 ± 0,21 ^{Aa}
	pH	3,86 ± 0,08 ^{Ab}	3,86 ± 0,06 ^{Ab}	3,90 ± 0,04 ^{Ab}	3,94 ± 0,03 ^{Ab}
	°Brix	19,63 ± 0,77 ^{Ab}	21,40 ± 0,84 ^{Ab}	20,80 ± 1,30 ^{Aab}	21,07 ± 1,36 ^{Ab}
	Aw	0,94 ± 0,07 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,96 ± 0,02 ^{Aa}
	Sinérese	51,84 ± 14,12 ^{aA}	47,78 ± 9,62 ^{aA}	51,75 ± 14,36 ^{aA}	52,58 ± 10,30 ^{aA}
E8	Acidez	1,1 ± 0,06 ^{Aa}	1,2 ± 0,09 ^{Aa}	1,2 ± 0,14 ^{Aa}	1,2 ± 0,20 ^{Aa}
	pH	3,87 ± 0,08 ^{Ab}	3,89 ± 0,06 ^{Ab}	3,92 ± 0,03 ^{Ab}	3,97 ± 0,04 ^{Aab}
	°Brix	20,40 ± 0,87 ^{Ab}	20,20 ± ,66 ^{Aab}	21,20 ± 0,90 ^{Ab}	21,60 ± 1,37 ^{Ab}
	Aw	0,95 ± 0,07 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,98 ± 0,01 ^{Aa}	0,96 ± 0,02 ^{Aa}
	Sinérese	49,62 ± 12,21 ^{aA}	44,87 ± 5,29 ^{aA}	44,45 ± 6,94 ^{aA}	45,56 ± 5,09 ^{aA}

*X1: Base láctea; X2: xarope; X3: sementes de chia. Nota: Letras maiúsculas diferentes refletem diferenças significativas entre tempos de armazenamento, para a mesma formulação. Letras minúsculas diferentes refletem diferenças significativas entre formulações, para o mesmo tempo de armazenamento.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$), nos valores de acidez tanto entre as formulações, como entre o tempo de armazenamento, ou seja, a acidez tendeu a uma estabilização. Tal resultado pode ser interpretado pela não interferência do soro de leite na atividade das culturas lácticas. A acidez das formulações variou de 1,0 a 1,3 g de ácido láctico/100g, atendendo ao estabelecido pela legislação, que indica 0,6 a 2,0 g de ácido láctico/100g⁽²¹⁾.

Analisando os resultados do pH das bebidas lácteas fermentadas, pode-se afirmar que não houve interação significativa entre a quantidade de base láctea, xarope e semente de chia dentro dos tratamentos e entre os tempos de estocagem. A utilização de diferentes concentrações de base láctea influenciou o tempo de fermentação, e o final do processo fermentativo foi determinado quando as bebidas lácteas atingiram a faixa de pH entre 3,86 e 4,02, o que ocorreu após 4 horas de fermentação.

A análise de pH das matérias-primas (Tabela 2), apresentou índices médios de: 3,67 para polpa de acerola, em conformidade ao estabelecido a pela legislação ⁽¹⁹⁾; 6,5 para o soro do leite, estando no intervalo entre 5,3 a 6,6 obtido por ⁽²²⁾; 7,73 para açúcar; e 3,76 para o xarope. Deste modo, a polpa de acerola, pode ter sido o ingrediente que influenciou nos baixos valores de pH obtidos na bebida láctea testada.

Analisando os resultados desta pesquisa, pode-se afirmar que houve diferença significativa no tempo de ensaio dentro E1, entre o dia 0 e o dia 21, com o aumento do teor de sólidos solúveis. Também foi observado interação significativa entre os tratamentos dentre todos os ensaios. Notou-se que no dia 0, houve diferença significativa nos valores de sólidos solúveis totais (°Brix) entre o ensaio E1 e os ensaios E5, E6, E7 e E8. No dia 7, houve diferença significativa nos valores entre o ensaio E7 e os ensaios E1, E2, E3, E4, E5, E6 e E8. No 14° dia houve diferença significativa entre o ensaio E8 e os ensaios E4, E3, E2 e E1, no 21° dia, notou-se diferença significativa entre o ensaio E1 e os ensaios E7 e E8.

As variações dos ensaios E5, E6, E7 e E8 em relação aos demais, pode ser explicado pelos seus maiores valores de sólidos solúveis totais por conterem maiores concentrações de xarope (Tabela 1), o que pode ter causado o aumento do valor de °Brix.

Neste experimento, a atividade de água foi semelhante ($P < 0,05$) em todos os tratamentos utilizados, obtendo-se valores constante durante os 21 dias de estocagem sob refrigeração.

Em média, na atividade de água, para que haja ação metabólica da maioria dos microorganismos é na faixa de 0,90–0,99, mostrando assim que o produto elaborado tem alta atividade de água e favorável ao desenvolvimento microbiano a longo prazo ⁽²³⁾. Nesta pesquisa, a sinérese foi semelhante ($P < 0,05$) em todos os tratamentos utilizados, obtendo-se valores constante durante os 21 dias de estocagem sob refrigeração. Os valores de sinérese demonstrados podem ser explicados pelo percentual da base láctea, que apresentou 85,62% de umidade; por não ter sido utilizado espessante, para aumento da consistência e viscosidade da bebida e pelos baixos valores de pH encontrados nas formulações.

Caracterização das Formulações Otimizadas

A Tabela 04 mostra os resultados obtidos nas análises microbiológicas, e de viabilidade do *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* spp. das formulações de bebidas lácteas fermentadas e armazenadas durante 21 dias de estocagem.

Tabela 04. Pesquisa de Coliformes termotolerantes e *Salmonella* spp.; viabilidade de *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium* nas formulações de bebida láctea fermentada durante 21 dias e estocadas em refrigeração (4,0°C).

Microrganismo	Tratamentos	Tempo (Dias)			
		0	7	14	21
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	E4	<3	<3	<3	<3
	E8	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp.	E4	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
	E8	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Lactobacillus acidophilus</i> (UFC/mL)	E4	9,7 x 10 ⁷	2,9 x 10 ⁷	6,9 x 10 ⁷	4,0 x 10 ⁷
	E8	8,6 x 10 ⁷	1,3 x 10 ⁷	7,7 x 10 ⁷	1,5 x 10 ⁷
<i>Bifidobacterium</i> spp. (UFC/mL)	E4	<10 est.	<10 est.	<10 est.	<10 est.
	E8	<10 est.	<10 est.	<10 est.	<10 est.

Legenda: E4=ensaio 4; E8=ensaio 8; NMP/g = número mais provável por grama.

As análises microbiológicas das bebidas elaboradas são preconizadas pela Instrução Normativa N°. 60, de 26 de dezembro de 2019 ⁽¹³⁾. Os resultados da pesquisa de coliformes e *Salmonella* spp. mostraram que não houve crescimento nas amostras analisadas. Deste modo, a bebida láctea testada está dentro do esperado pelos padrões normativos.

Na presente pesquisa não foi observada a viabilidade do *Bifidobacterium* spp. nos tratamentos da bebida láctea fermentada analisada. A viabilidade celular do *L. acidophilus* na bebida mostrou-se eficiente, com resultados variando de 9,7 x 10⁷ a 1,3 x 10⁷. Deste modo, as duas diferentes formulações (E4 e E8) podem ser considerada bebida láctea fermentada, pois atenderam aos requisitos descritos na legislação brasileira para bebidas lácteas ⁽¹⁾, que preconiza que os micro-organismo específico no produto final e durante todo o prazo de validade para bebidas lácticas fermentadas devem ser viáveis e estar presentes no produto em quantidades mínimas de 10⁶ UFC/mL.

Análise Sensorial

Na análise sensorial, não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as formulações quanto aos parâmetros avaliados (Tabela 5). Nas avaliações dos parâmetros cor, sabor, textura e aceitação global, observou-se que todas as formulações apresentaram mediana 7, representando na escala o termo hedônico “gostei regularmente”. Na intenção de compra, todas as formulações apresentaram mediana 4, representando o termo hedônico “Possivelmente compraria”, revelando que o produto teve regular aceitação pelos provadores.

Tabela 5. Descrição estatística dos parâmetros avaliados na análise sensorial de bebida láctea fermentada.

Parâmetros		E4	E8	Valor de p^*
Cor	Mediana (IIQ)	7 (2)	7 (2)	0,494
	Média (DP)	6,85 (1,38)	6,89 (1,66)	
	Min – Max	3 – 9	1 – 9	
Aroma	Mediana (IIQ)	7 (3)	7 (3)	0,775
	Média (DP)	6,38 (1,94)	6,34 (1,88)	
	Min – Max	1 – 9	1 – 9	
Sabor	Mediana (IIQ)	7 (2)	7 (2)	0,746
	Média (DP)	6,84 (1,78)	6,82 (1,84)	
	Min – Max	2 – 9	2 – 9	
Textura	Mediana (IIQ)	7 (2)	7 (2)	0,582
	Média (DP)	6,58 (1,93)	6,82 (1,84)	
	Min – Max	1 – 9	1 – 9	
Aceitação global	Mediana (IIQ)	7 (2)	7 (2)	0,390
	Média (DP)	6,9 (1,7)	7,01 (1,73)	
	Min – Max	2 – 9	2 – 9	
Intenção de compra	Mediana (IIQ)	4 (1)	4 (2)	0,729
	Média (DP)	3,46 (1,21)	3,55 (1,28)	
	Min – Max	1 – 5	1 – 5	

E4=ensaio 4; E8=ensaio 8 *Teste de Kruskal-Wallis, com 0,05% de significância. IIQ: Intervalo Interquartil; DP: Desvio Padrão; Min: Valor mínimo; e Max: Valor máximo.

Pode-se afirmar que as formulações trabalhadas apresentaram boa aceitação entre os julgadores, uma vez que cada uma das formulações apresentou índice de aceitação (IA) de 80%, demonstrando que há intenção de compra do produto.

Entre os comentários registrados pelos provadores, os mais recorrentes foram sobre o sabor e a textura das amostras. Foram relatados comentários referentes às formulações como sendo “muito boa”, “muito azeda”, “pouco cremosa” e “pouco consistente”. Os comentários sobre o sabor da amostra degustada podem ser explicados pela acidez natural da acerola, e sobre a textura, como a pouca cremosidade e consistência, embora se tenha utilizado a semente de chia, que poderia ter aumentado a consistência, o uso do soro de leite, que possui maior concentração de água, causou diminuição a consistência do coágulo.

Os valores obtidos nas análises centesimais das formulações da bebida láctea fermentada estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Composição centesimal das formulações da bebida láctea fermentada.

Parâmetros	Tratamento	
	E4 (70% X1 + 29% X2 + 1% X3)	E8 (70% X1 + 28% X2 + 2% X3)
Umidade (%)	74,21 ^a	74,34 ^a
Cinzas (%)	0,42 ^a	0,55 ^b
Proteína (%)	2,93 ^a	2,99 ^a
Matéria gorda láctea (%)	1,47 ^a	0,93 ^b
Carboidrato (%)	20,97 ^a	21,19 ^a
Valor energético (Kcal)	108,83 ^a	105,09 ^a

Legenda: E4=ensaio 4; E8=ensaio 8. X1: Base láctea; X2: xarope; X3: sementes de chia. g = grama; % - porcentual. Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de *t-Student* (p<0,05).

Os valores encontrados para o teor de umidade foram semelhantes (p<0,05) nos dois tratamentos analisados. A umidade e a atividade de água elevadas (tabela 3), obtidas nas formulações testadas favorecem a multiplicação microbiana e deterioração, portanto, essas bebidas devem ser estocadas em refrigeração.

A substituição do leite pelo soro na bebida láctea favorece que o teor de umidade seja maior devido à redução de sólidos totais e conseqüente e aumento da quantidade de água na formulação⁽²⁴⁾. Apesar do uso de 70% de soro de leite para elaborar a base láctea utilizada na preparação das formulações, a bebida láctea fermentada apresentou médias de umidade mais

próximas as do leite do que as do soro. Possivelmente o xarope de acerola e a semente de chia interferiram para que a umidade observada na bebida láctea fermentada pronta fosse menor do que a da base láctea (tabela 2).

Pode-se observar que houve diferença significativa ($p < 0,05$) nas formulações quanto aos teores de cinza. O fato do tratamento E4 apresentar menor percentual de cinzas pode ser explicado por que a formulação apresenta o maior percentual de base láctea, e esse ingrediente possui baixo percentual de cinzas (0,06%).

Não foi observado diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações, quanto ao valor de proteína. Todas as formulações apresentaram teores de proteína de origem láctea superiores ao mínimo recomendado pela legislação, que estabelece o mínimo de 1g/100g de teor de proteínas de origem láctea em bebida láctea fermentada com adição ⁽¹⁾. Os valores encontrados nesta pesquisa podem ser explicados pelo valor de proteína encontrado na base láctea (tabela 2).

Nesta pesquisa, a adição da semente de chia nas formulações testadas não causou aumento considerável dos valores de proteínas na bebida láctea, mesmo a semente apresentando considerável valor proteico (tabela 2).

Houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as formulações E4 e E8, para valores de matéria gorda láctea. A possível explicação para que a formulação E4 apresente maior valor de matéria gorda láctea, pode ser pelo fato dessa formulação apresentar o maior percentual de base láctea, e esse ingrediente possuir maior percentual de gordura que o xarope (tabela 2).

A chia utilizada neste experimento apresentou um teor de lipídeos de 25,49% (tabela 2). A adição de semente de chia não influenciou no aumento do teor da matéria gorda da bebida testada. A semente de chia é rica em ômega 3, correspondendo a um total de 60,35 a 64,35% do total de ácidos graxos.

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os valores de carboidratos. Segundo ⁽²⁵⁾, quanto maior o teor de soro de leite, rico em lactose, açúcar e frutooligossacarídeos, maior o teor de carboidratos. O percentual de soro de leite (70%), utilizado no preparo da base láctea, e o de xarope pode explicar os valores de carboidratos encontrados nas formulações testadas nesta pesquisa.

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os resultados encontrados para o valor energético. O aumento no valor energético de um produto pode ocorrer

devido a adição do soro de leite e da quantidade de açúcar adicionadas durante a preparação do produto ⁽²⁶⁾. Analisando os valores de percentual de soro de leite e de xarope utilizados na formulação dessa bebida, pode-se explicar os valores energéticos encontrados nesta pesquisa.

Os resultados da análise de ácido ascórbico do produto estão descritos nas tabelas 7.

Tabela 7. Ácido ascórbico (mg/100g) das bebidas lácteas fermentadas durante 21 dias de estocagem em refrigeração (4,0°C).

Variável	Tratamento	Tempo (Dias)				Média	CV%
		0	7	14	21		
Ácido ascórbico	E4	372,90 ^{aA}	345,78 ^{Ab}	241,82 ^{aC}	222,23 ^{aD}	295,68	41,1%
	E8	418,10 ^{bA}	366,87 ^{bB}	318,66 ^{bC}	308,11 ^{bC}	352,93	
Média		395,5	356,32	280,24	265,17		

Legenda: E4=ensaio 4; E8=ensaio 8. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna, para o mesmo tempo, diferem entre si pelo teste *t-Student* ($p<0,05$). Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha, para o mesmo tratamento (T), diferem entre si pelo teste *t-Student* ($p<0,05$).

Foram encontradas diferenças significativas ($p<0,05$) entre os tratamentos e em todos os tempos de análise. O tratamento E8 apresentou maiores teores de ácido ascórbico, e isso pode ser explicado pelo fato desse tratamento apresentar maior percentual do xarope contendo polpa de acerola.

Já a análise estatística feita entre os tempos de análise, mostrou que existe diferença significativa ($p<0,05$) entre os tempos 0, 7, 14 e 21 no tratamento E4, e entre os tempos 0, 7 e 14 no tratamento E8. Não houve diferença significativa entre os tempos 14 e 21 no tratamento E8.

O valor mínimo padronizado para polpa de acerola pela legislação é de 800 (mg/100g) de ácido ascórbico ⁽¹⁹⁾. A ingestão diária recomendada pela legislação é de 45 mg para crianças de 4 a 10 anos, e 60 mg para adultos ⁽²⁷⁾. Partindo desse ponto, pode-se afirmar que os valores de ácido ascórbico encontrado nas formulações desenvolvidas são significativos nutricionalmente, e suficientes para beneficiar a saúde do consumidor.

Os resultados da análise de β -caroteno do produto estão descritos nas tabelas 8.

Tabela 8. β -caroteno ($\mu\text{g/g}$) das bebidas lácteas fermentadas.

Variável	Ensaio	
	E4 (70% X1 + 29% X2 + 1% X3)	E8 (70% X1 + 28% X2 + 2% X3)
β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	12,33 ^a	8,19 ^b

Legenda: E4=ensaio 4; E8=ensaio 8. X1: Base láctea; X2: xarope; X3: sementes de chia. g = grama. μg = micrograma. Médias seguidas de letra diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste de *t-Student* ($p<0,05$).

Foi observado diferença significativa ($p<0,05$) entre os dois ensaios. O ensaio E4 apresenta maior percentual de xarope, e essa diferença entre as formulações pode ter ocasionado a diferença significativa entre os valores de β -caroteno encontrados.

Baseado nesses dados encontrados, pode-se afirmar que o valor é suficiente e atende as expectativas de que a bebida láctea fermentada é fonte desse composto bioativo, em razão de estar dentro do valor encontrado na fruta *in natura* (4,0 a 25,8 $\mu\text{g/g}$), apesar do processamento passado pela polpa de acerola durante a formulação da bebida láctea fermentada.

Conclusão

As bebidas lácteas fermentadas preparadas com base láctea de soro de leite adicionada de semente de chia (*Salvia hispanica* L.) e saborizada com xarope de acerola (*Malpighia emarginata*) apresentaram estabilidade físico-química satisfatória durante o período de estocagem de 21 dias, apresentaram análises microbiológicas de acordo com os padrões exigidos pela legislação vigente, houve viabilidade celular de *L. acidophilus* e, não houve viabilidade de *Bifidobacterium* no período de estocagem de 21 dias. A avaliação sensorial mostrou boa aceitabilidade sensorial e intenção de compra, as formulações apresentaram composição centesimal satisfatórias, e podem ser consideradas fontes de ácido ascórbico e β -caroteno.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n.16, de 23 de agosto de 2005a. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 ago.2005a. Seção 1, p.7.

2. Moro MF, Weise AD. Produção mais limpa como alternativa para o gerenciamento de resíduos em laticínios. *Revista Dellos Desarrollo Local Sostenible*. 2016; 9(27): 1-20.
3. De Paula JCJ, Almeida FA, Pinto MS, Rodrigues TF, Sobral D, Machado GM. Aproveitamento de soro de queijo de coalho na elaboração de bebida láctea fermentada. *Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes*. 2012. 388(67): 25-33. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20120061>
4. Siqueira AMO, Machado ECL, Stamford TLM. Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. *Ciência Rural*. 2013; 43(9): 1693-1700. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000900025>
5. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria N° 33, de 13 de janeiro de 1998. Adota os valores constantes das seguintes Tabelas do anexo desta portaria, como níveis de IDR para as vitaminas, minerais e proteínas. *Diário Oficial da União*. 16 de janeiro de 1998, Seção I-E, página 5.
6. IAL - Instituto Adolfo Lutz (São Paulo) (Org.). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008; 4: 279-320.
7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Determinação de Nitrogênio Total em Leite e Derivados Lácteos pelo método de Micro-kjedahl. 2013. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivos-metodos-da-area-iqa/met-poa-11-02-proteinas.pdf>> Acesso 19 mar 2020.
8. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa Agropecuária (DISPOA). Instrução Normativa n° 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. *Diário Oficial da União, Brasília-DF*, 26 de agosto de 2003, Seção 1, p.14, 2003.
9. Farnsworth JP, Li J, Hendricks GM, Guo MR. Effects of transglutaminase treatment on functional properties and probiotic culture survivability of goat milk yogurt. *Small Ruminant Research*. 2006; 65(1-2):113-121. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.05.036>
10. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16^a ed., Gaithersburg: Published by AOAC International. Washington DC, 2002.

11. Tsiaka T, Zoumpoulakis P, Sinanoglou VJ, Makris C, Heropoulos GA, Calokerinos AC. Response surface methodology toward the optimization of high-energy carotenoid extraction from *Aristeus antennatus* shrimp. *Analytica chimica acta*. 2015; 877: 100-110.
Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.03.051>
12. Li Y, Tixier ASF, Tomao V, Cravotto G, Chemat F. Green ultrasound-assisted extraction of carotenoids based on the bio-refinery concept using sunflower oil as an alternative solvent. *Ultrasonics Sonochemistry*. 2013; 20(1):12-18. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2012.07.005>
13. BRASIL. Instrução Normativa N°. 60, de 26 de dezembro de 2019. Lista de Padrões Microbiológicos para Alimentos Prontos para Oferta ao Consumidor. Diário Oficial da União. Brasília, 26 de dezembro de 2019, nº. 249, Seção 1, p. 133. 2019.
14. Lima KGC, Kruger MF, Behrens J, Destro MT, Landgraf M, Franco BDGM. Evaluation of culture media for enumeration of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium animalis* in the presence of *Lactobacillus delbrueckii* subsp bulgaricus and *Streptococcus thermophilus*. *LWT –Food Science and Technology*. 2009; 42(2) :491-495.
Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.08.011>
15. Vinderola CG, Reinheimer JA. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. *International Dairy Journal*, Barking. 1999; 9(8): 497–505. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(99\)00120-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(99)00120-X)
16. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. *Revista e Ampliada*. Curitiba: Champagnat, 2013; 4: 531.
17. Ayerza R, Coates W. Protein content, oil content and fatty acid profiles as potential criteria to determine the origin of commercially grown chia (*Salvia hispanica* L.). *Industrial Crops and Products*. 2011; 34(2): 1366-1371. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.007>
18. Aldrigue ML, Madruga MS, Fioreze R, Lima AWO, Sousa CP. Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos. *João Pessoa*. 2002; 1: 198.
19. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 37, de 1 de outubro de 2018. Estabelece os parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas e a listagem das frutas e demais quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade. Diário Oficial da União, Brasília, 8 out. 2018. Seção 1, p.23, 2018.

20. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 80, de 13 de agosto de 2020. Aprova o Regulamento Técnico que fixa os padrões de Identidade e Qualidade para o soro de leite e o soro de leite ácido. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 13 de agosto de 2020, Seção 1, p.2, 2020.
21. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 46, de 23 de outubro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 out. 2007. Seção 1, p.4, 2007.
22. Poppi FA, Costa MR, Rensis CMVB, Sivieri K. Soro de Leite e Suas Proteínas: Composição e Atividade Funcional. Ciênc. Biol. Saúde. 2010; 12(2): 31-37.
23. Ferreira Neto CJ, Figueirêdo, RMF, Queiroz QJM. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. Ciênc. agrotec. 2005; 29(4): 795-802. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000400011>
24. Guedes, AFLM, Machado ECL, Fonseca MC, Andrade SAC, Stamford TLM. Aproveitamento de soro lácteo na formulação de bebidas com frutas e hortaliças. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 2013; 65(4): 1231-1238. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000400040>
25. Thamer KG, Penna ALB. Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebióticos. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2006; 26(3): 589-595.
- Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000300017>
26. Miranda OC, Fonseca PL, Ponce I, Cedeño C, Rivero LS, Vázquez LM. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. características distintivas y control de calidad. Rev Cubana Aliment Nutr. 2007; 17(2):103-108.
27. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução de diretoria colegiada – RDC n° 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil n° 184, Brasília, 23 set.2005b.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aproveitamento de subprodutos industriais vem atraindo pesquisas, pelo fato da incessante busca por novos alimentos, que apresentem qualidade nutricional e que sejam sensorialmente aceitáveis e seguros. Também atrai pesquisas pela busca de meios que reduzam a degradação do meio ambiente.

Os resultados encontrados demonstraram que a associação do soro de leite, polpa de acerola e semente de chia resultou no desenvolvimento de um produto com características físico-químicas, padrões microbiológicos, sensoriais e nutricional aceitáveis, e que o produto é uma boa alternativa para aproveitamento de soro de leite, evitando o descarte desse subproduto.

APÊNDICES



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE MORFOFISIOLOGIA VETERINÁRIA

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante,

Você está sendo convidado (a) para participar, como voluntário (a), da pesquisa “BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA SABOR ACEROLA ADICIONADA DE CULTURA PROBIÓTICA E ENRIQUECIDA COM SEMENTE DE CHIA”, desenvolvida pela Juliana de Abreu Costa, discente do curso de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade federal do Piauí – UFPI, sob orientação da Prof^a. Dr^a Maria Christina Sanches Muratori. O objetivo central do estudo é desenvolver bebida láctea fermentada com soro de leite e polpa de acerola.

Convidamos você, estudante ou não, dos 18 aos 55 anos de idade e com saúde, a participar de forma voluntária da análise sensorial de amostras de bebida láctea fermentada com soro de leite e polpa de acerola. Reforçamos que a sua participação é muito importante para o desenvolvimento da pesquisa.

É válido enfatizar que a sua participação é voluntária, ou seja, não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado caso decida não participar da pesquisa ou, tendo aceitado, desistir desta, a qualquer tempo, não passará por qualquer tipo de constrangimento por parte dos pesquisadores. Ainda, serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações por você prestadas. Ao participar da pesquisa o voluntário não sofrerá nenhum prejuízo e não sentirá nenhum desconforto na colheita dos dados, além disso qualquer dado que possa identificá-lo será omitido, durante e na divulgação dos resultados da pesquisa, e o material será armazenado em local seguro. Além disso, a qualquer momento, durante a pesquisa, ou

posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

Caso você concorde em participar da análise sensorial (teste) e não tenha alergia e/ou outros problemas de saúde relacionados à ingestão do produto avaliado, a sua participação consistirá, portanto, avaliar amostras de bebida láctea fermentada codificadas, e degustá-las uma por vez com o auxílio de água entre a degustação de uma amostra e outra. Em seguida, por meio de um instrumento de avaliação sensorial, tipo um questionário, você atribuirá uma nota para cada característica de cada amostra de acordo com uma escala de notas de 1 a 9 (Desgostei muitíssimo a gostei muitíssimo, respectivamente). Ao mesmo tempo, utilizando o mesmo instrumento de avaliação sensorial, com base em sua opinião sobre as quatro amostras, indicará numa escala de 1 a 5 sua nota em relação a atitude de compra. O tempo de duração do teste será de acordo com o seu tempo gasto para a avaliação das amostras.

Os instrumentos de avaliação sensorial serão avaliados e armazenados, em arquivos digitais, mas somente terão acesso aos arquivos a pesquisadora e sua orientadora”. Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução nº 466/2012 e orientações do CEP/UFPI.

A sua colaboração nesta pesquisa poderá contribuir de forma direta para o desenvolvimento de novas opções alimentares, com utilização de subprodutos das cadeias agroindustriais, mais saudáveis e com qualidade nutricional, sensorial e sanitária, aos consumidores e grupos específicos.

A pesquisa não representará riscos aos participantes que serão elucidados, previamente, quanto à presença de ingredientes alergênicos. Além disso, as formulações das bebidas lácteas serão submetidas à avaliação microbiológica, antes da aplicação da análise sensorial, de forma a garantir uma maior segurança sanitária do produto para o assessor sensorial. Além disso, os consumidores poderão se beneficiar com mais alternativas alimentares com qualidade higiênicossanitaria, nutricional e sensorial.

Ao término do estudo, os achados serão oportuna e adequadamente divulgados, aos participantes da avaliação sensorial, comunidade acadêmica e científica, respeitando os princípios bioéticos, em especial o da autonomia e o da beneficência, por meio de palestras dirigidas aos participantes realizadas na Instituição (UFPI) e publicação como artigo científico.

Ressalta-se que a sua participação não acarretará em custos, estes serão por conta da pesquisa. Além disso, em caso de se sentir prejudicado por algo previsto ou não previsto no

termo de consentimento, poderá procurar a pesquisadora e/ou sua orientadora para maiores esclarecimentos e resoluções.

Este termo será redigido em duas vias, sendo uma para o participante e outra para o pesquisador, e rubricadas pelo participante da pesquisa e pelo pesquisador. “Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa d UFPI, Teresina – Piauí. O Comitê de Ética em Pesquisa é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade”.

Prof^a. Dr^a Maria Christina Sanches Muratori

CPF: 491.818.157-00

Juliana de Abreu Costa

CPF: 600.239.603-96

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Prof^a. Dr^a Maria Christina Sanches Muratori, que pode ser encontrada no e-mail: chrismuratori@uol.com.br.

Teresina (PI), ____ de _____ de 2019.

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

(Assinatura do participante da pesquisa)

Nome legível do participante: _____



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE MORFOFISIOLOGIA VETERINÁRIA

APÊNDICE B – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

**“BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA SABOR ACEROLA ADICIONADA DE
 CULTURA PROBIÓTICA E ENRIQUECIDA COM SEMENTE DE CHIA”**

Escolaridade: _____

Sexo: ()M ()F Idade: ()18–25 ()26 -35 ()36 – 45 ()46-55

Caso você concorde em participar deste teste e não tenha alergia e/ou outros problemas de saúde relacionados à ingestão deste produto, por favor, assine esta ficha:

ASSINATURA: _____ DATA: _____

Instruções para o teste:

1. Você está recebendo amostras codificadas. Deguste uma por vez. Beba água entre a degustação de uma amostra e outra. Coloque a nota para cada característica de cada amostra de acordo com a escala abaixo.

OBS: A aceitação global corresponde o quanto você gostou ou desgostou da amostra de um modo geral.

1. Desgostei muitíssimo
2. Desgostei muito
3. Desgostei regulamente
4. Desgostei ligeiramente
5. Indiferente
6. Gostei ligeiramente
7. Gostei regularmente
8. Gostei muito
9. Gostei muitíssimo

Nº da amostra	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação global

2. Em sua opinião sobre as quatro amostras, indique na escala de 1 a 5 sua nota em relação a atitude de compra. Caso você encontrasse cada uma das amostras a venda, se eu encontrasse esse produto eu:

1. Certamente não compraria
2. Possivelmente não compraria
3. Talvez comprasse/ talvez não comprasse
4. Possivelmente compraria
5. Certamente compraria

Nº da amostra	Nota	Comentários

Por favor, ordene as amostras, da esquerda para direita, de acordo com a sua preferência, colocando em primeiro lugar a que você mais gostou e por último a que você menos gostou.
