

Desenvolvimento e caracterização de bebida láctea fermentada elaborada com leite de cabra Serrana

Mariah Quintino da Silva

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança
para obtenção do Grau de Mestre em Qualidade e Segurança
Alimentar no âmbito da dupla diplomação com o Centro Federal
de Educação Celso Suckow da Fonseca campus Valença*

Orientado por
Álvaro Mendonça
Paula Rodrigues
Miguel Meirelles

Bragança
2020

DEDICATÓRIA

“À minha mãe e minha tia Marilene Conceição Quintino, por sempre me transmitirem de uma forma tão carinhosa valores como humildade, honestidade, confiança, fé e determinação, valores esses que me trouxeram até aqui e me acompanharão durante toda a caminhada.”

Dedico.

Agradecimentos

À minha família:

Ao meu pai Luiz Carlos Antônio da Silva, minha irmã Beatriz Quintino da Silva, minha prima Giselle Quintino Soares, e em especial a minha mãe Jane Conceição Quintino, por todo suporte emocional e financeiro durante toda minha vida acadêmica, não medindo esforços para que eu alcançasse êxito em tudo que me dispus a fazer.

Ao meu namorado Rafael Batista Valente Abreu, por ser meu companheiro e incentivador, sempre torcendo por mim e me lembrando do que sou capaz.

Aos meus orientadores do Instituto Politécnico de Bragança, Professor Álvaro Mendonça e Professora Paula Cristina Rodrigues, por todo apoio nas atividades práticas, zelo na etapa de correção, acolhimento e auxílio durante os meses que estive em Portugal, principalmente nos últimos meses nos quais a sua dedicação e a sensibilidade foram fundamentais para que pudesse concluir da melhor forma a minha tese.

Ao meu co-orientador Professor Miguel Meirelles de Oliveira pelos incontáveis momentos em que esteve disposto a ajudar e ensinar, mesmo a milhares de quilômetros de distância. Pela confiança, respeito e paciência durante toda a graduação, além da empatia imensurável demonstrada a cada momento de desespero.

Aos meus amigos Alex Soares do Nascimento, Isabella da Silva Ramos e Rômulo Rodrigues por terem partilhado comigo de dias felizes e tristes ao longo desses anos. As alunas Iasmin Ferreira e Lidiane Moura que me ajudaram durante a preparação de amostras e realização de análises na reta final desse trabalho. As professoras Carla Praxedes e Veridiana de Carvalho Antunes por todas as oportunidades, carinho e preocupação, permitindo a criação de uma relação de amizade entre nós.

A Leicras por fornecer o leite e o soro para a elaboração das amostras de bebidas lácteas fermentadas.

Aos professores da banca de defesa da Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Qualidade e Segurança Alimentar que contribuíram para melhorar o trabalho.

A ASCRI, toda diretoria do CEFET-RJ campus Valença e o Instituto Politécnico de Bragança, que com o Programa de Dupla Diplomação me permitiu transpor esse desafio pessoal e profissional.

A todos, o meu muito obrigada!

Resumo

Dada a constante necessidade de reafirmação das empresas no mercado, o desenvolvimento de novos produtos surge como uma importante ferramenta de competição e ampliação do portfólio de produtos das indústrias de alimentos, seja na criação de novos produtos ou na reformulação e/ou reutilização de resíduos. Em Portugal, os conceitos e princípios de Investigação & Desenvolvimento vêm sendo aplicados no âmbito de políticas de incentivo à produção e consumo de leite e derivados de leite de cabra no país, no qual se destaca a raça Serrana como a mais representativa. A bebida láctea fermentada pode ser uma alternativa interessante para a diversificação na oferta de produtos lácteos devido a sua similaridade com o iogurte, possibilitando ao produtor o uso do soro oriundo da produção de queijo, numa perspectiva de agregação de valor a este sub-produto e de economia circular. A bebida láctea fermentada resulta da mistura de leite e soro de queijo (acrescido ou não de outras substâncias alimentícias), fermentada por bactérias lácticas.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar diferentes formulações de bebidas lácteas fermentadas a partir do leite das cabras da raça Serrana adicionadas de soro (20%, 40% e 60%). A caracterização foi efetuada ao longo do tempo de prateleira (21 dias) com base nos parâmetros: pH, acidez, composição centesimal, contagem de bactérias lácticas viáveis, bactérias mesófilas e psicrófilas aeróbias, bolores e leveduras e aceitação sensorial.

Todas as formulações apresentaram variações significativas de pH (redução) e acidez (aumento) nos primeiros 14 dias de armazenamento, seguidas de estabilização até o final da vida de prateleira (21 dias). Os teores de proteínas, cinzas e carboidratos encontraram-se dentro dos padrões pré-determinados, não apresentando diferença significativa entre as amostras de 20% e 40%. No entanto, a concentração de lipídeos das bebidas com 40 e 60% de soro foi inferior ao limite mínimo estabelecido pela legislação vigente, consequência da maior adição de soro, que pode ser solucionada por meio da padronização da gordura. Em relação a avaliação microbiológica, todas as formulações apresentaram contagens satisfatórias para os parâmetros avaliados. Na quantificação das bactérias lácticas viáveis todas as formulações apresentaram contagens superiores a 10^6 UFC/mL, conforme previsto na legislação vigente. A bebida contendo 60% de soro foi rejeitada do ponto de vista sensorial.

Considerando o aproveitamento da maior quantidade de soro possível preservando as características padrão das bebidas lácticas fermentadas e a aceitação do consumidor frente ao produto, a amostra de 40% foi a de melhor desempenho durante a pesquisa.

Palavras chaves: Novos produtos, consumidor, soro, laticínios, economia circular

Abstract

According to the constant necessity to reaffirm companies in the market, the development of new products appears as an important tool for competition and expansion of the product portfolio of the food industries, whether in the creation of new products or in the reformulation and / or reuse of waste. In Portugal, the concepts and principles of Research & Development are continuously being applied within the scope of political measures to encourage the production and consumption of milk and goat's milk products in the country. In this matter, the goat breed “Serrana” is highlighted as the most representative in milk production, due to the high productive capacity and easy adaptation to the environment. Within the goal of stimulating the creation of these goats and the consumption of goat dairy products in the country, a fermented dairy drink can be an interesting alternative for the diversification in the offer of dairy products due to its similarity to yogurt, a product highly commercialized in Portugal. In addition, dairy drinks enable the producer to use the whey from cheese production, with a view to adding value to this by-product towards circular economy. A fermented milk drink results from the mix of milk and cheese whey added or not with other products and / or food substances, fermented by lactic acid bacteria.

In this sense, the present study aimed to develop and characterize different formulations of fermented dairy drinks from the milk of “Serrana” goats added with cheese whey (20%, 40% and 60%). The following parameters were evaluated throughout the product's shelf life (21 days): pH, acidity, chemical composition, viable lactic acid bacteria, aerobic mesophilic and psychrophilic bacteria, molds and yeasts and sensory acceptance.

All formulations showed a reduction of pH and increase of acidity in the first 14 days of storage followed by stabilization until the end of the shelf life. The levels of protein, ash and carbohydrates were within the predetermined standards. However, the concentration of lipids in formulations with 20 and 40% of whey was below the minimum limit established by current legislation, a consequence of the greater addition of whey, which can be solved by means of fat standardization. Regarding microbiological evaluation, all formulations showed satisfactory counts for the evaluated parameters. For the quantification of viable lactic acid bacteria, all formulations showed counts greater than 10^6 CFU / mL as required by current legislation. The formulation with 60% whey was rejected from the sensory analysis. Considering the use of the largest amount of whey possible while preserving the standard characteristics of fermented milk

drinks and consumer acceptance of the product, the 40% sample was the one with the best performance during the research.

Key words: New products, consumer, whey, dairy, circular economy

Índice

Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	x
Lista de Equações	xi
Lista de Abreviaturas e Siglas	xii
1. Introdução	1
2. Objetivos	4
3. Revisão bibliográfica	5
3.1 Leite de cabra	5
3.1.1 Importância econômica e cultural	5
3.1.2 Características físico-químicas e nutricionais	6
3.2 Bebidas lácteas fermentadas	8
3.2.1 Características gerais e requisitos legais	8
3.2.2 Composição	12
3.2.2.1 Leite	12
3.2.2.2 Bactérias lácteas	13
3.2.2.3 Soro de leite	14
3.2.2.4 Açúcares	15
3.3 Desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria alimentar	16
3.3.1 Importância do desenvolvimento de novos produtos	16
3.3.2 Considerações ambientais e economia circular	17
3.4 Análise sensorial de alimentos	21
4. Material e Métodos	22
4.1 Matérias-primas	22
4.2 Preparo da cultura láctea	22
4.3 Elaboração das bebidas lácteas fermentadas	23
4.4 Testes preliminares	27
4.5 Caracterização físico-química do leite, do soro de queijo e das bebidas lácteas fermentadas	28
4.5.1 Determinação de pH	28
4.5.2 Análise de acidez titulável	28
4.5.3 Composição centesimal	29

4.5.3.1	Proteínas	29
4.5.3.2	Lipídios	30
4.5.3.3	Cinzas	30
4.5.3.4	Umidade	30
4.5.3.5	Carboidratos	30
4.5.3.6	Valor energético	31
4.6	Avaliação da estabilidade microbiológica.....	31
4.6.1	Análise das bactérias lácticas viáveis	31
4.6.2	Contagem total de aeróbios mesófilos e psicrófilos	32
4.6.3	Fungos filamentosos e leveduras	32
4.7	Caracterização sensorial das bebidas lácteas fermentadas	33
4.8	Análise estatística	33
5.	Resultados e Discussão.....	34
5.1	Caracterização físico-química do leite e do soro de queijo.....	34
5.2	Caracterização físico-química das bebidas lácteas fermentadas	35
5.2.1	pH	35
5.2.2	Acidez titulável.....	37
5.2.3	Composição centesimal	39
5.3	Avaliação da estabilidade microbiológica	40
5.3.1	Análise das bactérias lácticas viáveis	43
5.4	Caracterização sensorial das bebidas lácticas fermentadas	44
6.	Conclusão	47
	Referências bibliográficas	48
	ANEXOS	54
	ANEXO I: Produção de bebidas lácteas fermentadas	55
	ANEXO II: Análises microbiológicas das amostras	61
	ANEXO III: Ficha de aceitação sensorial	63

Lista de Figuras

Figura 1. Demonstração da lógica cíclica da economia circular.	18
Figura 2. Projeção mundial de produção de queijo para o período de 2016 a 2025	18
Figura 3. Etapas de transformação do soro de leite desde a sua produção até a elaboração do requeijão e respectivas operações de tratamento dos líquidos residuais.....	20
Figura 4. Fluxograma de elaboração de bebida láctea fermentada	25

Lista de Tabelas

Tabela 1. Requisitos legais relacionados as características físico-químicas do leite de cabra.	7
Tabela 2. Requisitos físico-químicos estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para leites fermentados (RTIQ)	10
Tabela 3. Requisitos físico-químicos estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebidas lácteas (RTIQ)	11
Tabela 4. Critérios microbiológicos para bebidas lácticas fermentadas estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebidas lácteas (RTIQ).....	12
Tabela 5. Composição média aproximada de soro de leite ácido e soro de leite doce resultantes da produção de queijo	15
Tabela 6. Formulação das bebidas lácteas fermentadas	23
Tabela 7. Composição centesimal das amostras de leite e soro de leite de cabra	34
Tabela 8. Evolução dos valores médios de pH das amostras de bebidas lácteas fermentadas ao longo de 21 dias de armazenamento	35
Tabela 9. Evolução dos valores médios de acidez (g ácido láctico/100g) das amostras de bebidas lácteas fermentadas ao longo de 21 dias de armazenamento	37
Tabela 10. Composição centesimal das amostras de bebidas lácteas fermentadas	39
Tabela 11. Valores médios de aeróbios mesófilos, aeróbios psicrófilos e bolores e leveduras	40
Tabela 12. Resultados obtidos para a contagem de bactérias lácticas nos tempos 0 dias e 14 dias de armazenamento	43
Tabela 13. Média das notas do teste de aceitação	44

Lista de Equações

$$A = \frac{V \times f \times 100}{P \times c} \quad (1) \dots\dots\dots 29$$

$$C = \frac{100 \times N}{P} \quad (2) \dots\dots\dots 30$$

$$N = \frac{\Sigma C}{V \times (n_1 + 0,1.n_2) \times d} \text{ UFC/mL} \quad (3) \dots\dots\dots 31$$

Lista de Abreviaturas e Siglas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ASAE - Autoridade de Segurança Alimentar e Económica

DBO – Demanda bioquímica de oxigênio

DQO - Demanda química de oxigênio

INE – Instituto Nacional de Estatística

I&D – Inovação e Desenvolvimento

FAO - Food and Agriculture Organization

Leicras - Cooperativa de produtores de leite Cabra da raça Serrana

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OMS - Organização Mundial da Saúde

pH – Potencial Hidrogeniônico

ppm – Partes por Milhão

RTIQ - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade

1. Introdução

Emprega-se a cabra como fonte de carne e leite na alimentação humana desde o período Neolítico, assumindo desde então importância social, econômica e cultural em diferentes partes do mundo, presentes na culinária, artigos de vestuário, fornecimento de carne e leite, entre outros. Em Portugal, apesar dos seus benefícios, o setor caprino vem perdendo importância tanto em termos de produção cárnea como leiteira, associando-se esse declínio de produtividade ao êxodo e a regressão demográfica, que têm marcado principalmente a região Norte do país, onde se encontra em maioria a raça caprina Serrana (Hirst, 2011; INE, 2017; Oliveira, 2012).

Objetivando fortalecer o setor, têm vindo a ser desenvolvidas políticas de incentivo à valorização de produtos agroalimentares locais, com destaque para os benefícios tecnológicos e nutricionais que o leite caprino e seus derivados possuem. Entretanto, no geral, ainda não há um portfólio amplo de produtos a base de leite de cabra a serem comercializados, nos levando a considerar nesse contexto, a inovação e diversificação da oferta de produtos derivados de leite de cabra como ferramentas importantes para reverter a queda de produtividade caprina em Portugal (INE, 2017).

No âmbito das indústrias de alimentos, o departamento de inovação destaca-se como uma ferramenta estratégica, porém, nem sempre há a necessidade de criação de um produto e/ou tecnologia revolucionárias. Algumas vezes, a reformulação de um produto já existente ou a criação de novos produtos que utilizam os resíduos gerados na indústria podem ser considerados pontos diferenciais da empresa no mercado (Brasil Food Trends, 2020).

A ideia de desenvolver e reformular produtos por meio da utilização de resíduos ou subprodutos ganhou força em fábricas de alimentos nas últimas décadas graças a incorporação da variável ambiental pelas empresas, que alterou a visão das indústrias, desafiando-as a visualizá-los como matéria-prima reutilizável para o próprio processamento industrial (Saraiva, 2008).

Um dos ramos alimentícios mais pressionados para tratar seus resíduos, a indústria de laticínios possui uma grande produção de soro de leite, oriunda da alta produção de queijos que pode ser utilizado como um ingrediente na inovação dos produtos. Atualmente

a geração de soro é vista como um problema para as empresas, devido ao seu elevado potencial poluente por possuir elevados valor nutritivo e carga orgânica, cujo tratamento, recuperação e aproveitamento ainda são insuficientes, seja para empresas de pequeno, médio ou grande porte (Barbosa et al., 2009; Silva, 2011).

Porém, apesar do tratamento desses resíduos parecer um problema de difícil resolução, o soro perdeu o estatuto de produto a ser descartado e tornou-se co-produto ou subproduto dos laticínios em razão das propriedades biológicas, funcionais e tecnológicas que possui. As proteínas do soro apresentam alta digestibilidade e um perfil de aminoácidos essenciais que acatam todas as determinações qualitativas e quantitativas estabelecidas pela Food and Agriculture Organization (FAO) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Além disso, o soro tem ação emulsificante, espumante e/ou gelificante, o que o torna um ingrediente potencialmente lucrativo para a indústria de alimentos (Chatterton & Smithers, 2006).

Devido a essas características tecnológicas e nutritivas, o uso do soro em conjunto com leite pode ser utilizado na produção de diferentes bebidas fermentadas. A bebida láctea fermentada é um produto de características e processamento de fabricação similares ao iogurte, diferenciando-se apenas pela incorporação de soro de leite. Apesar de não ser um tipo de produto comercializado em Portugal, em países como o Brasil apresenta-se como um alimento de bastante aceitabilidade por parte dos consumidores e rentável para as indústrias de laticínios, uma vez que possui baixo custo de produção por utilizar um subproduto de inevitável formação durante o fabrico de queijos e devido às similaridades de processamento com os iogurtes, tornando-se dispensável a obtenção de novos equipamentos para a fabricação e treinamento diferenciado dos funcionários, adequando-se a produtores de grande e pequeno porte (Brasil, 2005; Brasil Food Trends, 2020).

Levando em conta tais vantagens na produção de bebidas lácteas fermentadas e tendo em consideração que a relação leite-soro ainda é pouco definida na legislação, diversas pesquisas estudam a implementação de diferentes matrizes lácteas (bovina, ovina, caprina, bubalina, etc) e/ou ingredientes locais no desenvolvimento do produto, além do estímulo da produção e comercialização dessas bebidas em regiões onde a utilização de subprodutos de indústria de lácteos ainda é limitada a produção de requeijão, queijos e destinada a alimentação animal, como é o caso de Portugal (Santos et al., 2008).

Avaliando os dados recentes publicados sobre o consumo médio semanal de iogurtes por agregado familiar em Portugal (InMarket, 2020) – o estudo mostra que 48,3% dos portugueses consomem de quatro a doze unidades individuais de iogurtes por semana, seguido de 34,4% que consomem menos de quatro por semana–, torna-se evidente o quão potencial é o mercado consumidor desse gênero alimentício no país e o quão rentável pode ser a implementação de uma bebida láctea fermentada nesse cenário.

Considerando que a relação leite-soro está pouco estudada para o leite de cabra, não é possível conhecer detalhadamente as alterações que ocorrem no produto quando modificadas as proporções entre estes dois componentes. Assim, considerando as potencialidades do mercado, as propriedades nutricionais e tecnológicas do leite e do soro de leite de cabra, o estímulo da produtividade e as preocupações de cariz ambiental da indústria láctea, considera-se da mais elevada importância o estudo dos efeitos das proporções de soro e leite de cabra nas características finais de qualidade, segurança e aceitação de bebidas lácteas inovadoras.

2. Objetivos

O objetivo deste estudo foi desenvolver uma bebida láctea fermentada a partir de leite de cabra com adição de diferentes proporções de soro de queijo, avaliando parâmetros físico-químicos e microbiológicos além de aceitação sensorial do consumidor, de modo ampliar a utilização do leite de cabra e seu soro na região de Trás-os-Montes, Portugal.

Objetivos específicos:

- 1- Elaborar formulações a partir de diferentes concentrações de soro e estabelecer uma formulação para a produção de bebida láctea fermentada com aspecto e características comercialmente aceitas pelos consumidores portugueses;
- 2- Avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais das formulações ao longo do tempo de vida útil;
- 3- Apresentar uma nova opção para a utilização de soro de leite de cabra e verificar a viabilidade do produto na região;
- 4- Resgatar a importância econômica do leite das cabras de menor produtividade.

3. Revisão bibliográfica

3.1 Leite de cabra

3.1.1 Importância econômica e cultural

Emprega-se a cabra como fonte de carne e leite na alimentação humana desde o período Neolítico (Hirst, 2011), assumindo desde então importância social, econômica e cultural em diferentes partes do mundo, presentes na culinária, artigos de vestuário, fornecimento de carne, leite e etc (Oliveira, 2012). Como é um animal de fácil adaptação a condições criatórias variáveis e rigorosas condições ambientais, ficou reconhecida como “vaca dos pobres”, fazendo alusão a famílias de baixa renda que as criavam considerando seu leite e carne um reforço nutricional na dieta (Cabo et al., 2017). De acordo com Haenlein (2004), o leite de cabra é consumido em todo o mundo, reconhecido por seu elevado potencial nutritivo e por ser uma opção láctea para indivíduos que apresentam quadro de reação alérgica à ingestão de leite de vaca, justificando desse modo a evolução da caprinocultura mundial nos últimos tempos.

Embora Portugal caracterize-se pela heterogeneidade étnica de raças de cabras domésticas, sobretudo na região Transmontana, a raça caprina Serrana ganha destaque, representando cerca de 45% do efetivo total de cabras em território nacional. A raça conquistou a preferência dos produtores portugueses pelo potencial para produção tanto de carne quanto de leite (raça mista), além de elevado potencial produtivo, facilidade de adaptação ao meio e resposta positiva em sistema de exploração extensivo (Lopes, 2013). Porém, pouco se sabe sobre a origem exata da raça caprina Serrana. Estudos indicam que raças de cabras comumente encontradas em Portugal tiveram origem em três tipos de cabras selvagens do período quaternário. Segundo Almendra (1994), acredita-se que com o passar do tempo e com as trajetórias migratórias das cabras selvagens através das cadeias montanhosas até a Península Ibérica, tais cabras foram sucedidas pela *Capra pyrenaica* ou cabra dos Pirineus, precedentes das raças caprinas portuguesas e espanholas.

A expansão da raça em terras portuguesas deu origem a quatro ecótipos: Transmontano, Jarmelista, da Serra e Ribatejano, determinados de acordo com a adaptação desses animais ao clima e geografia de cada região. De acordo com Lopes (2013), o ecótipo

da Serra aproxima-se de condições de extinção, ainda que existam alguns rebanhos na Serra da Estrela.

Apesar dos benefícios proporcionados pela espécie, dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) indicam decréscimo da produtividade do setor caprino português no ano de 2017, com produção nacional de leite de cabra representando apenas 1,3%, do total do leite produzido (INE, 2017). Também em 2017, a utilização do leite de cabra para elaboração de queijos de cabra ou de mistura, representavam apenas 3% e 7,5%, respetivamente, da produção de queijos em Portugal. Ao avaliar o panorama mundial de produção de leite de pequenos ruminantes, verificou-se redução de 4,5% do volume de produção e acréscimo de 17,5% do preço do leite (INE, 2017). Tal declínio de produtividade no setor caprino em Portugal está associado ao êxodo e a regressão demográfica, que têm marcado principalmente a região Norte do país. Logo, algumas explorações têm encontrado dificuldades em manter-se no setor dadas as fragilidades subjacentes à economia da região, uma vez que com a redução da produtividade ocorre o aumento do preço (Cabo et al., 2017). Por outro lado, as políticas de incentivo à valorização de produtos agroalimentares locais e a procura constante por produtos nutricionalmente ricos e diferentes sabores podem contribuir para a inserção de novos produtos a base de leite de cabra, contribuindo assim para o desenvolvimento do espaço rural (Custódio, 2014).

3.1.2 Características físico-químicas e nutricionais

Considerado um alimento fonte de cálcio e de proteínas de alto valor biológico, o leite caprino possui ácidos graxos de cadeia curta, como por exemplo, capróico, caprílico e cáprico, hipoalergenicidade e glóbulos de gordura menores, o que facilita sua absorção no intestino (alta digestibilidade) (Richardson, 2004). A tabela 1 apresenta os requisitos legais relacionados as características físico-químicas do leite de cabra.

Tabela 1. Requisitos legais relacionados as características físico-químicas do leite de cabra
(Fonte: Brasil, 2000)

Requisitos	Leite Integral	Leite Semi-Desnatado	Leite Desnatado	Método Analítico Referencial
Gordura (% m/m)	Teor original	0,6 – 2,9	Máximo 0,5	FIL 1 C: 1987
Acidez (% ácido láctico)	0,13 – 0,18	0,13 – 0,18	0,13 – 0,18	LANARA/MA, 1981
Sólidos Não-Gordurosos (% m/m)	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2	Mínimo 8,2	IDF 21 B: 1987
Densidade (g/L a 15 °C)	1,0280 a 1,0340	1,0280 a 1,0340	1,0280 a 1,0340	LANARA/MA, 1981
Índice Crioscópico (°H)	-0,550 a 0,585	-0,550 a 0,585	-0,550 a 0,585	IDF 108 A: 1986
Proteína Total (% m/m)	Mínimo 2,8	Mínimo 2,8	Mínimo 2,8	IDF 20 B: 1993
Lactose (% m/v)	Mínimo 4,3	Mínimo 4,3	Mínimo 4,3	Lane Eynon ou Cloramina T
Cinzas (% m/v)	Mínimo 0,70	Mínimo 0,70	Mínimo 0,70	LANARA/MA, 1981

Com o maior interesse dos consumidores sobre as propriedades dos alimentos e a facilidade de acessar informações devido a internet, há um movimento maior de conscientização para problemas como as reações alérgicas recorrentes em alguns consumidores de leite de vaca (Haenlein, 2004). Nesse contexto, sabe-se que muitas pessoas alérgicas ao leite bovino respondem bem ao leite caprino, e tal fato justifica-se porque a caseína do leite caprino possui menor quantidade da fração α 1-caseína, que é responsável pela maioria das alergias associadas ao leite de vaca (Haenlein, 2004; Chacón Villalobos, 2005).

Entretanto, apesar de suas vantagens nutricionais, atualmente não existe grande variedade de produtos derivados do leite de cabra sendo comercializados no mercado de laticínios. De acordo com Alves et al. (2009), a aceitabilidade desses derivados lácteos enfrenta algumas dificuldades em relação as características sensoriais peculiares do leite de cabra, como por exemplo o sabor e o aroma, proporcionados pelo elevado teor de ácidos

graxos de cadeia curta. Os queijos e os iogurtes são os principais produtos produzidos a partir dessa matéria-prima.

As propriedades nutricionais e funcionais do leite de cabra mostram que o leite caprino e seus produtos são potencialmente promissores para diversificar e inovar a indústria láctea, transformando as dificuldades descritas acima em desafios.

3.2 Bebidas lácteas fermentadas

3.2.1 Características gerais e requisitos legais

Pouco se sabe sobre a origem exata dos produtos lácteos fermentados, entretanto, acredita-se que o iogurte tenha sido o precursor dessa categoria de produtos a ser consumido pela humanidade cerca de 10.000 a.c. Acredita-se que a fermentação espontânea do leite ocorria durante seu transporte pelos povos antigos, como consequência da ação das bactérias lácticas naturais do leite sob condições de calor, devido ao clima quente do continente asiático (Recchia, 2014).

Após a descoberta das tecnologias de fabricação dos leites fermentados e dos benefícios da fermentação tanto para a saúde do consumidor quanto para a extensão da vida útil do alimento, os produtos lácteos fermentados ganharam espaço na mesa dos consumidores em todo o mundo. Todavia, estudos realizados por alguns autores revelam que o público que consome esses produtos lácteos fermentados desconhece as diferenças entre os iogurtes e as bebidas lácteas fermentadas, tornando-se então necessária uma breve elucidação de tais conceitos (Teixeira et al., 2005).

De acordo com a Portaria n° 742 de 1992 (Portugal, 1992) entende-se por iogurte:

“O produto coagulado, obtido por fermentação láctica devido a ação exclusiva de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sobre o leite e com ou sem ingredientes facultativos, devendo a flora específica estar viva e abundante no produto final.”

Os iogurtes são classificados quanto a sua composição como:

- Iogurte natural: apenas com adição das culturas microbianas *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* (comumente designadas *S. thermophilus*) e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (comumente designadas *L.*

bulgaricus) e leite padronizado, podendo ou não conter ingredientes facultativos como leite em pó, leite em pó parcial ou totalmente desnatado, leite não fermentado, soro concentrado, soro em pó, proteínas do soro, proteínas concentradas do soro e proteínas hidrossolúveis de leite.

- Iogurte açucarado: possui composição semelhante ao iogurte natural, diferenciada apenas pela adição de sacarose, outros açúcares e/ou edulcorantes.

Os iogurtes podem ainda ser classificados como aromatizados ou aromatizados com pedaços de fruta, quando contiver pedaços de fruta. Os gêneros alimentícios aromáticos permitidos são: frutas e vegetais (frescos, congelados, em pó, conservados e em compota), derivados de frutas e vegetais (sucos, polpas e xaropes), sementes ou partes de sementes comestíveis, mel, café, cacau, chocolate e especiarias (Portugal, 1992).

Em relação a bebidas lácteas, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) (Brasil, 2005), descreve-a como sendo:

“O produto lácteo resultante da mistura do leite (*in natura*, pasteurizado, esterilizado, UHT, reconstituído concentrado, em pó, integral, semi-desnatado e desnatado) e soro de leite (líquido, concentrado ou em pó) adicionado ou não de substâncias alimentícias, gordura vegetal, leite fermentado, fermentos lácteos entre outros produtos lácteos. A base láctea representa ao menos 51% do total de ingredientes do produto.”

O RTIQ (Brasil, 2005) estabelece que os ingredientes lácteos opcionais permitidos na produção de bebida láctea 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.

Segundo a Instrução Normativa nº 16 de 2005 (Brasil, 2005) as bebidas lácteas podem ser classificadas quanto a: i) fermentação - fermentadas e não fermentadas com adição ou sem adição de ingredientes não lácteos; ii) tratamento térmico - pasteurizada,

esterilizada, UHT ou tratada termicamente após a fermentação; e/ou iii) adição de outros produtos ou substâncias alimentícias - bebidas lácteas com adição ou bebida láctea sem adição.

Sensorialmente, o produto se caracteriza pela consistência líquida, cuja viscosidade varia de acordo com sua composição e com o(s) ingrediente(s) alimentício(s) e/ou corante(s) adicionado(s) (Brasil, 2005). Os parâmetros físico químicos para leites fermentados estabelecidos pela legislação estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Requisitos físico-químicos estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para leites fermentados (RTIQ) (Fonte: Brasil, 2005).

Matéria Gorda Láctea (g/100g) Norma Fil 116 A: 1987				Acidez (g de Ácido Láctico/100g) Norma Fil 150:1991	Proteínas Lácteas (g/100g)
Com creme	Integral	Parcialmente desnatado	Desnatado		
Mín. 6,0	3,0 a 5,9	0,6 a 2,9	Máx. 0,5	0,6 a 2,0	Mín. 2,9

Não se especifica no entanto, as proporções exatas de soro e leite que deve conter a base láctea, 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 3 (Brasil, 2005). Bebida láctea com adições, que apresente características organolépticas iguais ou semelhantes à bebida láctea sem adição, deve ter no mínimo 1,7 g/100 g de proteína de origem láctea e 2 g/100 g matéria gorda de origem láctea. (Brasil, 2005).

Tabela 3. Requisitos físico-químicos estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebidas lácteas (RTIQ) (Fonte: Brasil, 2005).

Produto	Teor mínimo de proteínas de origem láctea (g/100 g)
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

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 4. 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 (Brasil, 2005).

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).

Tabela 4. Critérios microbiológicos para bebidas lácticas fermentadas estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para bebidas lácteas (RTIQ) (Fonte: Brasil, 2005).

Microrganismos	Critério de Aceitação	Situações	Método de Análise
Coliformes/mL (ou/g) (30/35 °C)	n= 5 c= 2 m= 10 M=100	4	Instrução normativa n° 62, de 26 de agosto de 2003.
Coliformes/mL (ou/g) (45 °C)	n= 5 c= 2 m<3 M=10	4	Instrução normativa n° 62, de 26 de agosto de 2003.

3.2.2 Composição

3.2.2.1 Leite

O leite é um alimento extremamente importante para a humanidade e considerado completo por ser fonte de todos os macronutrientes fundamentais na formação e manutenção do organismo humano, tanto na fase infanto-juvenil quanto na senioridade (Goff, 1997; Torrezan, 2012). Descrito como mistura homogênea de componentes nutricionais variados – lactose, proteínas, gorduras, sais minerais, vitaminas e enzimas – o leite apresenta tais substâncias de forma distinta: as gorduras e vitaminas lipossolúveis encontram-se emulsionadas na mistura, as caseínas associadas aos sais minerais encontram-se suspensas e dissolvidas, a lactose, os sais minerais, as proteínas do soro, as vitaminas hidrossolúveis, etc. (Ordóñez, 2007).

É matéria-prima essencial para produção de derivados lácteos, tais como: queijos, iogurtes, bebidas lácteas fermentadas, requeijão entre outros, pois seus componentes contribuem para desenvolvimento dos atributos característicos destes produtos. Em sua composição existem dois grupos proteicos diretamente relacionadas a gama de derivados produzidos a partir do leite: as caseínas e as proteínas do soro. As caseínas são as proteínas de maior concentração no leite, compreendidas em cerca de 3,0% dos componentes totais e são organizadas em pequenos grupos de moléculas de caseínas associadas ao cálcio, fósforo e outros sais minerais, denominados micelas. As proteínas do soro, por sua vez, são formadas por lactoglobulinas e lactoalbuminas. São solúveis em água e por esse motivo são encontradas em elevadas concentrações no soro de queijo, subproduto da fabricação de queijos (Reis et al., 2007; Robert, 2008).

3.2.2.2 Bactérias lácteas

De acordo com Recchia (2014), as culturas lácticas comumente utilizadas na fabricação de bebidas lácteas fermentadas são *S. thermophilus* e *L. bulgaricus*, que são empregadas de forma mista objetivando a relação protossimbiótica. Tais bactérias destacam-se pelas seguintes características:

- *S. thermophilus*: são bactérias que se apresentam no formato de cocos unidos, Gram-positivas, anaeróbias facultativas, fermentadoras de lactose, tendo como produto primário o ácido lático e outros produtos em menores concentrações, como o diacetil, acetaldeído, ácido fórmico e ácido pirúvico. Apresentam faixa de temperatura de crescimento entre 37 °C e 45 °C, sendo 38 °C sua temperatura ótima, consideradas assim microrganismos termofílicos. Se desenvolvem com maior rapidez em pH 6,8 e teores abundantes de vitaminas do complexo B e aminoácidos livres, originando uma suave precipitação durante o processo fermentativo.
- *L. bulgaricus*: são bactérias que se apresentam como bastonetes, Gram-positivas, fermentadoras de lactose, tendo como produto primário o ácido lático e como produto secundário o acetaldeído. Apresentam crescimento acelerado entre 40 °C e 50 °C, sendo 43 °C sua temperatura ótima, consideradas assim bactérias termofílicas. Mantêm-se estáveis em altas concentrações de ácido lático, resistindo bem a meios com valores de pH mais baixos. Algumas podem inibir a propagação de outras bactérias malélicas através da produção de antibióticos naturais.

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. Os *L. bulgaricus* presentes no leite são responsáveis pela liberação de peptídeos e aminoácidos livres a partir das caseínas, estimulando dessa forma o crescimento de *S. thermophilus*, e dão sequência ao processo fermentativo com ação proteolítica, estabelecendo condições para que os *S. thermophilus* se desenvolvam novamente, ainda que mais lentamente devido ao pH mais reduzido (Martín, 2002; Tamine e Robinson, 2000). Além disso, os *L.*

bulgaricus possuem poder acidificante médio e produzem substâncias responsáveis pela viscosidade, sabor e aroma característicos do iogurte, porém a proeminência de uma das espécies envolvidas na cultura mista pode ocasionar defeitos no produto final. Considera-se então, o controle do binômio tempo-temperatura e porcentagem de cada bactéria lática presente no inóculo como ferramentas importantes no controle da qualidade das bebidas láteas fermentadas (Recchia, 2014).

3.2.2.3 Soro de leite

Reconhecido com um subproduto inevitável e sem custos de produção para a indústria de lácteos, o soro de leite é proveniente da produção direta de queijos e consequentemente, o principal resíduo das queijarias, cujo tratamento pode ser feito por meio da sua reutilização, da alimentação de animais ou por meio do tratamento seguido de descarte (Maganha, 2006).

Segundo Bozanic et al. (2014), entende-se por soro de leite ou soro de queijo:

“[...] um subproduto ou coproduto aquoso derivado da produção de ‘queijos duros, semiduros e de pasta mole’ (96 %), da indústria de produção de caseína (6 %) e em menor grau, iogurte concentrado.”

Também conhecido como soro de queijo, é um líquido opaco e amarelo-esverdeado, que representa cerca de 85 a 90 % do volume de leite utilizado na fabricação de queijos e retém cerca de 55% dos sólidos presentes no leite, entre eles: gorduras, minerais, vitaminas, ácidos orgânicos e lactose, seu principal constituinte. O soro é denominado doce quando seu valor de pH varia entre 6,3 e 6,6. Quando a coagulação ocorre por ação de ácido, o subproduto originado denomina-se soro ácido, com valores de pH que variam entre 4,3 e 4,6 (Abreu, 2014). A tabela 5 mostra a composição média de soro de leite ácido e soro de leite doce.

Tabela 5. Composição média aproximada de soro de leite ácido e soro de leite doce resultantes da produção de queijo (Fonte: Kumar & Hati, 2015).

Parâmetro	Soro de leite doce	Soro de leite ácido
	(pH 5,9 – 6,4)	(pH 4,6 – 4,8)
Sólidos totais	63,0 – 70,0	63,0 – 70,0
(g.L ⁻¹)		
Proteína	6,0 – 8,0	6,0 – 7,0
Lactose	46,0 – 52,0	44,0 – 46,0
Gordura	0,2 – 1,0	0,1 – 0,5
Cálcio	0,4 – 0,6	1,2 – 1,6
Magnésio	0,08	0,11
Fosfato	1,0 – 3,0	2,0 – 4,5
Citrato	1,2 – 1,7	0,2 – 1,0
Lactato	2,0	6,4
Sódio	0,4 – 0,5	0,4 – 0,5
Potássio	1,4 – 1,6	1,4 – 1,6
Cloro	1,0 – 1,2	1,0 – 1,2

3.2.2.4 Açúcares

O açúcar mais utilizado na indústria de laticínios é a sacarose, um dissacarídeo formado pela junção de dois monossacarídeos: a glicose e a frutose. Empregada com a função de atribuir sabor doce e contribuir com a textura das bebidas lácteas, a sacarose pode ser adicionada diretamente ao leite ou adicionada com polpa de fruta na forma de geleia, no caso de bebida láctea com adição de polpa de frutas (Aditivos & Ingredientes, 2011).

Nas bebidas lácteas o açúcar deve ser misturado ao leite antes do tratamento térmico, facilitando a dissolução em altas temperaturas e evitando a possibilidade de recontaminação do leite por microrganismos presentes no açúcar, como por exemplo as leveduras, que podem causar estufamento da embalagem durante o período de validade do produto (Robert, 2008).

A concentração de açúcar a ser utilizada varia de acordo com a aceitabilidade do consumidor, todavia, geralmente adiciona-se entre 5 e 12 % em relação ao volume de base láctea. Deve-se considerar nesse caso, a quantidade de açúcares existentes na polpa ou suco

de fruta que o produto contiver, pois teores elevados de açúcar podem inibir a ação da cultura láctea por efeito osmofílico (Robert, 2008).

Porém, a sacarose não é o único ingrediente capaz de adoçar os derivados na indústria de laticínios. Os adoçantes também são aplicados, contudo geralmente são utilizados na produção de produtos *light* ou *diet* nas quantidades estabelecidas pela legislação vigente. Em bebidas lácteas e produtos fermentados em geral, os adoçantes mais comuns são: sacarina, aspartame, ciclamato, estévia e sorbitol (Aditivos & Ingredientes, 2011).

3.3 Desenvolvimento de novos produtos e processos na indústria alimentar

3.3.1 Importância do desenvolvimento de novos produtos

O departamento de inovação é estratégico nas indústrias de alimentos, pois a criação de novos produtos é considerada uma ferramenta capaz de promover o lucro da empresa, mantendo-a diferenciada em um mercado altamente competitivo e globalizado (Bragante, 2014; Wille et al., 2004).

Desde a década de 1950, inovações como a comercialização de alimentos congelados, enlatados, panificação mecanizada, pasteurização do leite, hidrogenação de óleos, entre outras, vêm fazendo diferença na industrialização dos alimentos, antecipando ou prevendo as necessidades do mercado, e até mesmo, criando novos hábitos de consumo e direcionando as tendências no seu ambiente competitivo (Brasil Food Trends, 2020). No entanto, as inovações não se limitam a ideias e tecnologias revolucionárias. Muitas vezes a reformulação de um produto já existente ou a criação de novos produtos que utilizam os resíduos gerados na indústria podem ser considerados pontos diferenciais da empresa no mercado, pois agrega valor na cadeia e reduz os impactos ambientais relacionados (Figueiredo, 2006), contribuindo para a muito almejada economia circular.

O processo de desenvolvimento de novos produtos é constituído por diversas etapas, que engloba inicialmente os objetivos do projeto, a determinação das características diferenciais do produto frente aos outros já existentes, a que grupo de consumidores será destinado, os custos de produção e sua viabilidade de acordo com a tecnologia, as matérias-primas e a legislação disponível. As indústrias alimentícias podem ainda avaliar e

considerar as expectativas do consumidor em relação ao produto, como por exemplo, o sabor e aspecto visual desejado (Figueiredo, 2006; Wille et al., 2004).

As equipes de Investigação & Desenvolvimento prosseguem com o processo de inovação determinando a tecnologia mais adequada para a produção, consultando e pesquisando a legislação vigente nos países de interesse e avaliando de forma crítica as opções de forma a definir os fornecedores (Brasil Food Trends, 2020). Uma abordagem mais prática é adotada a partir dessa fase do processo criativo, constituída pela realização de pré-testes, escolha de uma formulação a ser testada sensorialmente, projeção da embalagem, verificação da estabilidade do produto, determinação das especificações de parâmetros a serem controlados durante a fabricação e adequação ou desenvolvimento de equipamentos que garantirão a eficiência do processo (Brasil Food Trends, 2020).

3.3.2 Considerações ambientais e economia circular

O desenvolvimento econômico e o crescimento populacional global acarretou um considerável aumento da necessidade de bens, serviços e recursos naturais, evidenciando a problemática da má gestão e administração desses recursos, dando início então a demanda de estratégias para preservar tais recursos a longo prazo e de maneira sustentável. Neste contexto, surge a economia circular, conceito originado em 1989 com a intenção de expor como a prática de consumo de insumos (tradicional e linear) realizada desde a revolução industrial desconsiderava a existência de subprodutos oriundos da produção industrial, descartando-os sem nenhuma forma de aproveitamento, explorando duplamente o meio ambiente, como provedor de matérias-primas e receptor de resíduos. Dessa forma, a economia circular contrapõe-se em relação a economia linear, baseada na extração, elaboração e descarte dos rejeitos, no sentido de visualizar as etapas de extração, manipulação e descarte da matéria-prima por meio de uma lógica cíclica, que permite a análise do produto como um todo e o retorno de todo material que o constitui ao ciclo de produção, conforme ilustrado na figura 1 (Braskem, 2018).



Figura 1. Demonstração da lógica cíclica da economia circular.

O soro de queijo foi durante muitos anos tido como resíduo dos laticínios, e eliminado diretamente em rios e/ou pelos sistemas de esgoto das indústrias sem nenhum tratamento prévio, assim como todos os líquidos residuais produzidos pelas indústrias de lácteos. Entretanto, por volta dos anos 1950 introduziu-se legislação voltada para o descarte do soro (Smithers, 2008).

Conforme ilustrado na figura 2, estima-se que até o ano de 2025 haja uma expansão considerável na produção mundial de queijos (26 milhões de toneladas), e conseqüentemente, um expressivo aumento dos volumes mundiais de soro de queijo produzidos, uma vez que estima-se que a cada quilo de queijo são liberados sob forma de resíduo 9 litros de soro (Blaskó, 2010).

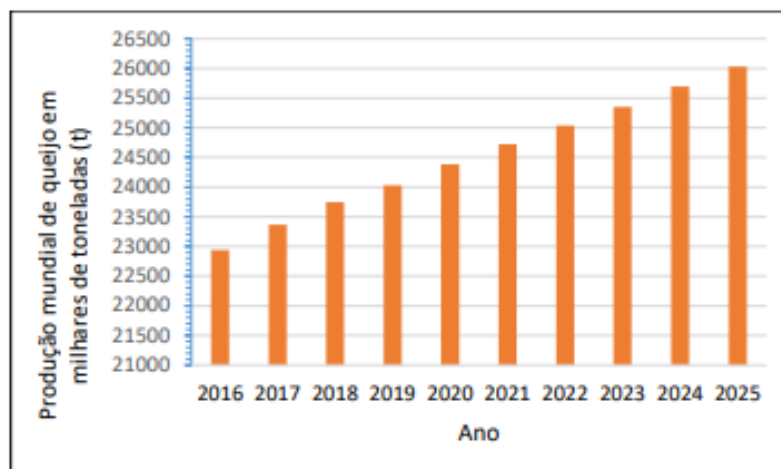


Figura 2. Projeção mundial de produção de queijo para o período de 2016 a 2025.

(Fonte: OECD/FAO, 2016)

Considerado um dos subprodutos de maior potencial poluente, o soro de queijo é cem vezes mais poluidor do que um esgoto doméstico, principalmente devido ao teor elevado de lactose que possui em sua composição (Tsakali et al., 2010). Em média, os valores de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de um litro de soro variam entre 35 000 a 55 000 mg O₂/L (Assadi et al., 2008). Como o leite de cabra apresenta composição similar ao leite de vaca, também seu soro possui características e DBO similares ao soro de leite de vaca, reforçando assim, a necessidade de tratamento e/ou reutilização desse soro para reduzir seus impactos na natureza (Costa, 2011).

A figura 3 demonstra as etapas genéricas de tratamento de resíduos de uma indústria produtora de queijos em Portugal.

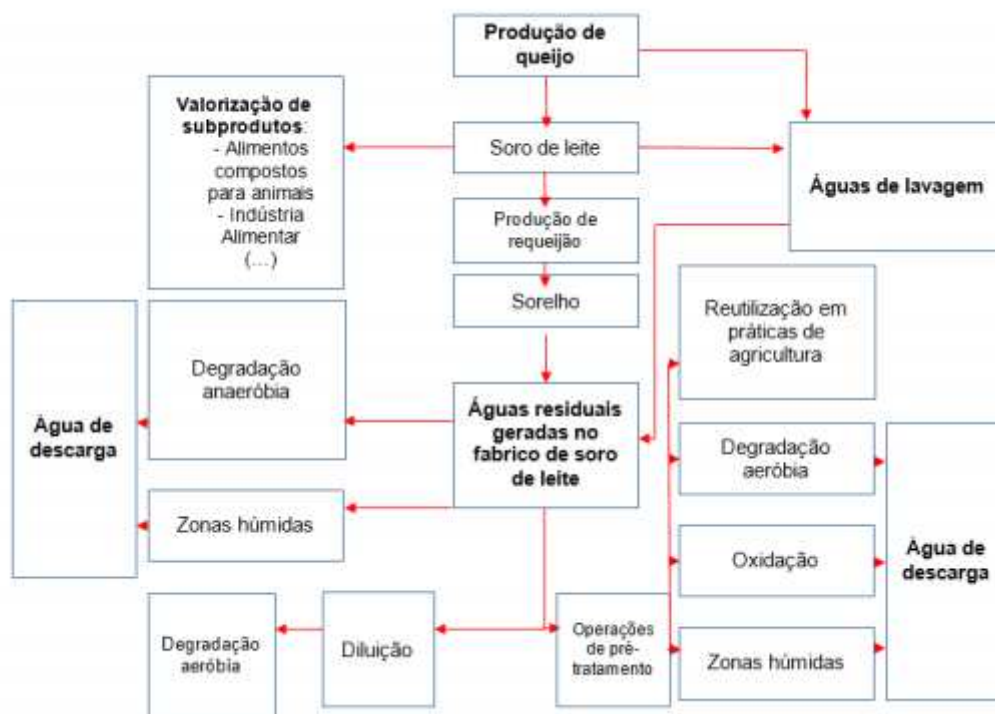


Figura 3. Etapas de transformação do soro de leite desde a sua produção até a elaboração do requeijão e respetivas operações de tratamento dos líquidos residuais. (Fonte: Miranda, 2018).

Apesar de seu efeito poluidor, endossa-se cada vez mais as propriedades tecnológicas, funcionais e nutricionais do soro no desenvolvimento de outros produtos, como ricota, bebida láctea, bebida láctea fermentada e concentrados proteicos (Recchia, 2014). Paralelamente ao desenvolvimento de novos produtos à base de soro de leite, outro grupo de derivados lácteos tem sido alvo de diversas pesquisas ao redor do mundo: os leites fermentados. Os produtos em questão ganham destaque pelos benefícios que proporcionam a saúde do consumidor, benefícios esses que variam desde modificações positivas no trato intestinal, proteção e reforço do sistema imunitário até a ampliação da capacidade anti-inflamatória (Parvez et al., 2006).

Considerando a problemática do soro para a indústria alimentícia e os benefícios tecnológicos/nutricionais do processo fermentativo e do subproduto em questão, compreende-se a utilização do soro de leite em bebidas lácteas fermentadas como uma alternativa viável de aproveitamento dessa matéria prima, podendo ser utilizada como ferramenta para diminuir os níveis de subnutrição em várias regiões, enriquecimento de

portifólio de empresas de derivados lácteos a partir de leite de cabra e retorno financeiro (Meena et al., 2012).

3.4 Análise sensorial de alimentos

A análise sensorial é considerada uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de produtos, e é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (Teixeira, 2009; Araújo & Barbosa, 2015). Durante o processo de criação ou reformulação de um produto alimentício, a avaliação sensorial, juntamente com os parâmetros microbiológicos, químicos e nutricionais caracterizam fatores determinantes para a verificação da viabilidade daquele alimento para a empresa, considerando aspectos tecnológicos e o gosto do consumidor (Brasil Food Trends, 2020).

A diversidade de métodos a serem empregados visa atender aos objetivos específicos da análise em questão, e aplicam-se os testes afetivos quando se deseja quantificar o grau de aceitação ou de rejeição de um produto, bem como identificar a preferência dos consumidores, caso exista (Araújo & Barbosa, 2015). A escala hedônica é o método de referência que mede a preferência do produto pelos provadores, medindo o gostar ou desgostar dos mesmos. Essa escala de 9 pontos, varia de forma decrescente, de *gostei muitíssimo* a *desgostei muitíssimo* e posteriormente, analisado estatisticamente para a determinação do grau da preferência entre as amostras (Meilgaard, 2007).

4. Materiais e Métodos

4.1 Matérias-primas

Para a elaboração das bebidas lácteas fermentadas foram utilizadas as seguintes matérias-primas:

- Leite de cabra padronizado;
- Soro de queijo de cabra;
- Açúcar cristal;
- Bactérias lácteas (Chr Hansen YF L812 liofilizada com 5U).

Todas as matérias-primas lácteas foram fornecidas pela Cooperativa de produtores de leite de Cabra da Raça Serrana (Leicras), na cidade de Bragança, região transmontana de Portugal. As bactérias lácteas foram obtidas com distribuidores da empresa Chr Hansen em Portugal e o açúcar foi obtido no supermercado local. O leite e o soro de leite foram utilizados para 4 diferentes formulações, com as variações de concentrações dos mesmos somando 100% (um litro) de base láctea em todos os casos. O soro foi incorporado como forma de aproveitamento do resíduo, o açúcar para conferir sabor adocicado e as bactérias lácteas para metabolizarem a lactose, conferindo principalmente as alterações de textura e pH característicos do produto.

4.2 Preparo da cultura láctea

Para que fosse possível utilizar o envelope de bactérias lácticas liofilizadas no experimento, foi necessário realizar uma diluição e repique de culturas lácticas seguindo o seguinte procedimento:

Inicialmente, aqueceu-se 500 mL de leite de cabra padronizado a 90 °C por 5 minutos e em seguida resfriou-se a 20 °C. Com o auxílio de um liquidificador, realizou-se a homogeneização do leite com todo o conteúdo do envelope de cultura láctica com dosagem para fermentar 25 litros de leite. Logo após, distribuiu-se a mistura em 25 frascos de 20 mL, seguida de congelação imediata. Dessa forma, cada frasco possui capacidade para fermentar um litro de leite.

Destacam-se alguns cuidados que foram mantidos durante todo o procedimento:

- Todos os utensílios utilizados foram higienizados com detergente neutro seguido de enxague em água corrente e desinfetados criteriosamente por imersão em solução 200ppm de hipoclorito de sódio por 15 minutos;
- A distribuição da mistura nos frascos foi executada sob o efeito do bico de Bunsen com o objetivo de manter um raio seguro de manipulação sem prejudicar a eficiência do procedimento;
- O envelope de cultura liofilizada foi utilizado apenas uma vez, pois as bactérias são extremamente higroscópicas e não estão distribuídas de forma uniforme na embalagem, tornando ineficiente as retiradas de forma sucessiva;
- Foram descongelados apenas os frascos necessários para a elaboração das bebidas fermentadas, a temperaturas não superiores a 40 °C e momentos antes da sua adição no leite.

4.3 Elaboração das bebidas lácteas fermentadas

Elaborou-se 1 L de cada produto para a realização das análises posteriores. A quantidade de cada ingrediente foi definida de acordo com o trabalho de Araújo & Barbosa (2015), e elaboraram-se quatro formulações, conforme mostra a tabela 6, variando-se apenas as proporções de soro de leite e de leite de cabra: amostra de bebida láctea fermentada com 20% de soro (A1), amostra de bebida láctea fermentada com 40% (A2), amostra de bebida láctea fermentada com 60% (A3) e amostra de bebida láctea fermentada com 80% (A4).

Tabela 6. Formulação das bebidas lácteas fermentadas

Ingredientes	Quantidade (%)			
	A1	A2	A3	A4
Leite de cabra integral*	80	60	40	20
Soro de leite*	20	40	60	80
Sacarose	9	9	9	9
Cultura Láctica	**	**	**	**

*O volume dos ingredientes de base láctea somam 100% e os demais ingredientes são calculados a partir desse valor.

** A cultura láctica foi adicionada na proporção recomendada pelo fabricante.

Os procedimentos referidos a seguir foram realizados a cada ciclo de elaboração das formulações dos diferentes produtos. Considera-se então a abordagem experimental efetuada em três réplicas. Antes de iniciar a produção das bebidas, todos os utensílios utilizados foram higienizados com detergente neutro seguido de enxague em água corrente e desinfetados criteriosamente por imersão em solução 200 ppm de hipoclorito de sódio por 15 minutos. As etapas realizadas na produção das bebidas lácteas fermentadas estão mostradas na Figura 4.

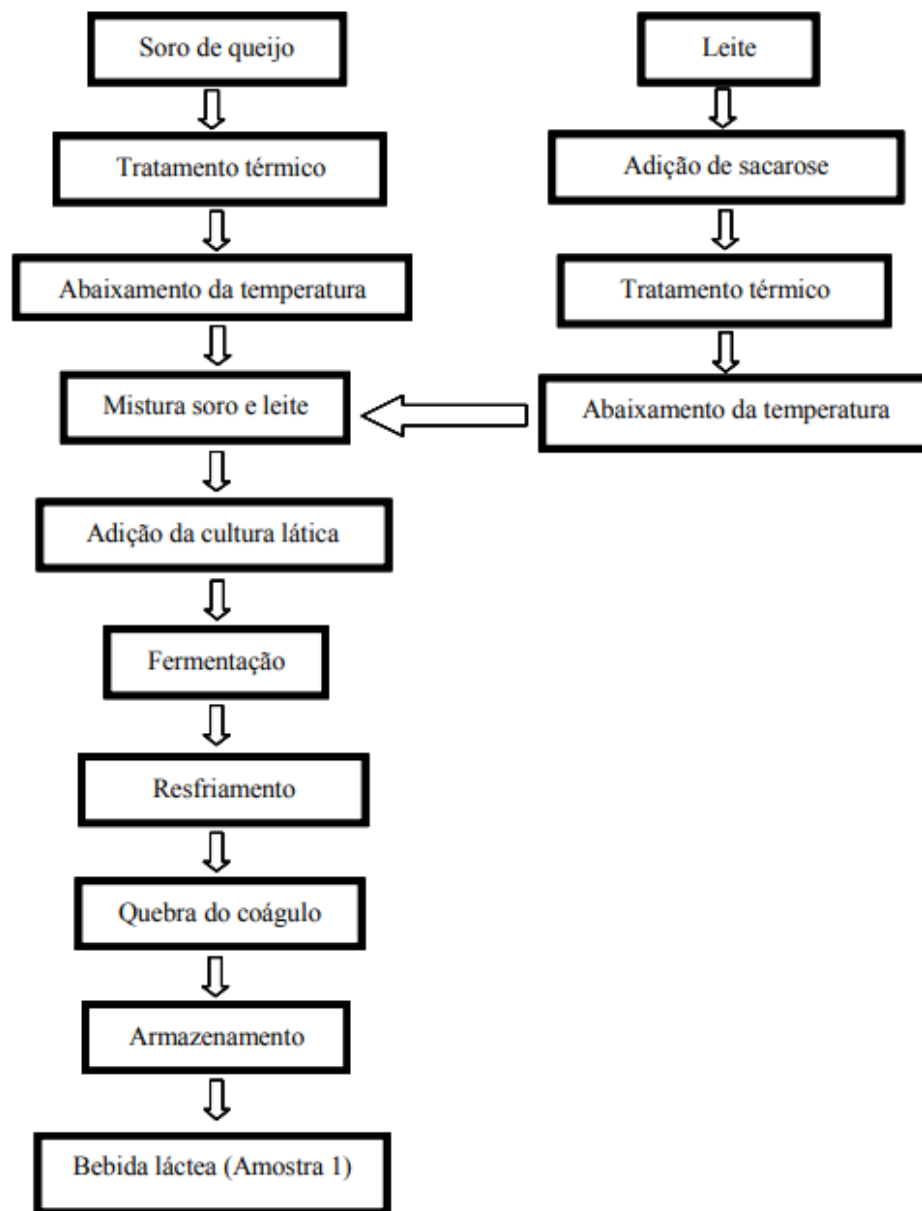


Figura 4. Fluxograma de elaboração de bebida láctea fermentada (Adaptado de: Almeida, Bonassi e Roça (2001)).

As etapas de fabricação de bebidas lácteas fermentadas são muito similares com as etapas de produção de iogurtes, compreendendo-se nas fases: padronização de sólidos e gordura, dissolução e filtração, adição de sacarose, tratamento térmico e homogeneização da mistura, abaixamento da temperatura, adição de cultura láctica, fermentação, resfriamento e quebra do coágulo, seguidos de envase e armazenamento.

A etapa de padronização da gordura do leite é realizada com o objetivo de ajustar o leite a determinada composição lipídica e, juntamente com a etapa de filtração, que tem como finalidade eliminar partículas sólidas e/ou não dissolvidas, evitando possíveis obstruções e danos a equipamentos (Ordóñez, 2007), são etapas que foram realizadas na associação fornecedora da matéria-prima. Sendo assim, não foram citadas e/ou efetuadas durante o processo de fabricação mostrado na figura 4.

Primeiramente, o leite e o soro foram acondicionados separadamente em recipientes previamente higienizados para seguirem a etapa de pasteurização, entretanto, o leite foi acrescido de sacarose antes do tratamento térmico. Segundo Ordóñez (2007), o tratamento térmico do leite pode variar de 75 °C por um período de 15 segundos (pasteurização rápida) até o tratamento ultrarrápido a 133 °C durante 1 segundo. No entanto, de acordo com a estrutura disponível e por se tratar de um sistema de fluxo de produção descontínuo, a pasteurização do soro foi realizada a 65 °C por 30 minutos, enquanto o leite acrescido de sacarose foi pasteurizado a temperatura de 95 °C por 5 minutos (Recchia, 2014), ambos em banho-maria, visando à destruição dos microrganismos patogênicos e inativação dos deteriorantes.

Em seguida, as matérias-primas sofreram um abaixamento de temperatura até atingirem 42 °C, tendo como objetivo promover condições favoráveis para o crescimento da cultura láctica, prosseguindo para a etapa de mistura em 3 diferentes recipientes, respeitando as proporções propostas pelo trabalho. Para facilitar a adaptação das bactérias fermentadoras, a cultura foi descongelada lentamente em banho-maria a 40 °C momentos antes da sua adição no leite.

As amostras foram submetidas a fermentação a 42 °C, temperatura ótima das duas espécies – *S. thermophilus* e *L. bulgaricus* - responsáveis pela fermentação, e o processo foi conduzido até o pH atingir em torno de 4,6 (aproximadamente 4 horas de fermentação), sendo resfriadas a 4 °C, batidas lentamente e armazenadas a 5 ± 1 °C, até a realização das análises (Ordóñez, 2007).

A fermentação é a etapa onde ocorrem transformações químicas e bioquímicas do leite, conseqüentes do metabolismo das bactérias lácticas utilizadas, que são capazes de fermentar a lactose e produzir ácido láctico durante o processo, caracterizando dessa forma o produto por meio da viscosidade, sabor e estabilidade da bebida láctea fermentada. Por esse

motivo, o processo deve ser rigorosamente controlado, implementando corretamente as Boas Práticas de Fabricação (BPF) e as condições de incubação, considerando-se ainda o fato de que as culturas lácteas devem ser adicionadas em quantidade abundante, de forma a permanecer com microrganismos viáveis durante toda a vida de prateleira do produto (Recchia, 2014).

Após a fermentação, as amostras foram resfriadas a aproximadamente 5 °C com o objetivo de interromper a ação das bactérias lácticas e suas enzimas, evitando a acidificação excessiva da bebida láctea fermentada. O resfriamento deve ser lento para evitar a retração excessiva das proteínas, e como consequência a separação do soro, afetando a capacidade de retenção de água do produto. A quebra do coágulo tem por finalidade reduzir a viscosidade do produto, misturando a massa coagulada com os líquidos desprendidos durante a fermentação (Recchia, 2014; Ordóñez, 2007).

Em uma linha de produção industrial, as bebidas seriam envasadas e refrigeradas até a comercialização, porém durante o experimento, as amostras já foram elaboradas dentro dos recipientes desejados. A etapa posterior à quebra do coágulo foi o armazenamento em temperatura de refrigeração, onde as amostras permaneceram até o início das análises.

4.4 Testes preliminares

Considerou-se necessária a realização de testes preliminares das diferentes formulações de bebidas lácteas fermentadas, com o objetivo de adequar as proporções de matérias-primas utilizadas na elaboração das formulações finais e ajustar as metodologias analíticas a serem utilizadas durante a pesquisa.

As quatro formulações foram submetidas a testes sensoriais preliminares para verificar a aceitabilidade frente a textura e o sabor. Após avaliação preliminar dos dois parâmetros, determinou-se que a amostra A4 apresentava características sensoriais negativas quando comparadas as outras amostras, pelo que foi descartada. Portanto, prosseguiu-se o estudo com as amostras A1, A2 e A3.

4.5 Caracterização físico-química do leite, do soro de queijo e das bebidas lácteas fermentadas

O leite e o soro de leite pasteurizados foram submetidos as análises físico-químicas quanto aos parâmetros: umidade (% m/v), proteínas (% m/v), lipídeos (% m/v) e cinzas (% m/v) conforme as metodologias descritas pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005), e quantificação de acidez titulável (% ácido láctico) conforme metodologia indicada pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008). Os valores de carboidratos foram obtidos por diferença e as medidas de pH foram obtidas por meio do potenciômetro de bancada Hersteller-Prüfzertifikat (modelo pH 315i) previamente calibrado. Os valores energéticos de todas as amostras analisadas foram determinados por meio de cálculos utilizando o fator 4 kcal/g para proteínas e carboidratos e o fator 9 kcal/g para lipídeos. As amostras de bebidas lácteas fermentadas foram submetidas aos mesmos procedimentos e todos os parâmetros foram avaliados em triplicado.

As análises e procedimentos referidos a seguir foram realizados a cada ciclo de elaboração das três diferentes formulações produtos. Considera-se então a abordagem experimental efetuada em duas réplicas.

4.5.1 Determinação de pH

O leite e o soro de queijo foram analisados na recepção da matéria-prima, enquanto as amostras de bebidas lácteas foram analisadas nos intervalos de 0, 7, 14 e 21 dias de armazenamento desde sua elaboração.

4.5.2 Análise de acidez titulável

Para a quantificação da acidez titulável realizou-se o procedimento em triplicata seguindo a metodologia descrita em IAL (2008) que baseia-se em titulação com solução de NaOH 0,1 M, sendo o resultado expresso em porcentagem de ácido láctico. Nesse procedimento, pesa-se 5 g da bebida láctea, adiciona-se 50 mL de água e 4-5 gotas de solução de fenolftaleína. Em seguida, titula-se a mistura com hidróxido de sódio 0,1 M até que se observe coloração rósea, tomando nota do volume gasto. O resultado expresso em mL de NaOH 0,1 M/g é convertido para acidez em mL de solução de NaOH 0,1 M a partir da fórmula 1:

$$A = \frac{V \times f \times 100}{P \times c} \quad (1)$$

onde:

A = Acidez em mL de solução de NaOH 0,1 M

V = volume da solução de hidróxido de sódio 0,1 M utilizado na titulação (mL)

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M

P = número de gramas da amostra utilizada na titulação

c = fator de correção para solução de hidróxido de sódio 0,1 M (10 = 0,1M)

O leite, o soro e as bebidas lácteas foram analisados sob os mesmos intervalos de tempo referidos em 4.5.1.

4.5.3 Composição centesimal

A composição centesimal das amostras foi realizada em triplicata para as matrizes leite e soro de leite na recepção e para cada tratamento após 7 dias da elaboração das bebidas lácteas fermentadas, e foram caracterizadas quanto aos teores de proteínas, lipídeos, cinzas, umidade, carboidratos e valor energético. As metodologias utilizadas para cada análise encontram-se descritas a seguir.

4.5.3.1 Proteínas

A quantificação das proteínas nas amostras foi determinada em triplicata pelo método Kjeldahl para determinação de nitrogênio total, segundo a metodologia descrita em AOAC (2005), que se baseia na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio através da digestão com ácido sulfúrico p.a. e posterior destilação com liberação da amônia, que é fixada em solução ácida e titulada. Os resultados foram expressos multiplicando-se a porcentagem do nitrogênio total por fator específico.

4.5.3.2 Lipídeos

O teor de lipídeos nas amostras foi feito pelo método de extração de Soxhlet (AOAC, 2005). A amostra foi pesada em papel de filtro e acondicionada em balão previamente seco e pesado. Posteriormente foi realizada a extração a quente por 8 horas, seguido da secagem do éter e pesagem do conteúdo lipídico. Os resultados foram expressos em porcentagem de massa de gordura.

4.5.3.3 Cinzas

De acordo com a metodologia mencionada na seção 4.5, a análise de cinzas ocorreu com a pesagem de 10 g de amostra em cápsula de platina, seguidas de secagem em chapas elétricas (100 – 110 °C) e incineração a temperatura de 550 °C por um período que variou de 4 – 12 horas, até as cinzas adquirirem cor branca ou acinzentada. O cálculo de cinzas foi feito a partir da fórmula 2.

$$C = \frac{100 \times N}{P} \quad (2)$$

onde:

C = percentual de cinzas (m/m)

N = número de gramas de cinzas

P = peso da amostra utilizada em gramas

4.5.3.4 Umidade

A determinação do percentual de umidade foi feita em triplicata a partir da pesagem de 2 g de amostra em pratos previamente secos e levados para estufa a 104 °C até peso constante entre as pesagens.

4.5.3.5 Carboidratos

Os valores de carboidratos foram obtidos por diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, gorduras e cinzas.

4.5.3.6 Valor energético

O valor energético foi calculado considerando carboidratos e proteínas com 4 kcal/g e lipídeos com 9 kcal/g.

4.6 Avaliação da estabilidade microbiológica

As análises e procedimentos referidos a seguir foram realizados a cada ciclo de elaboração das formulações dos diferentes produtos. Considera-se então a abordagem experimental efetuada em três réplicas.

4.6.1 Análise das bactérias lácticas viáveis

Determinou-se a contagem de bactérias lácticas (BAL) viáveis pelo método de contagem em placas, utilizando o meio de cultura Man Rogosa & Sharpe (MRS) Agar (Biolife, Itália) seguindo o procedimento descrito na ISO 15214-1998 (ISO, 1998).

As amostras foram diluídas em água peptonada até a diluição 10^{-9} e prosseguiu-se com o plaqueamento em profundidade com a inoculação de 1 mL de amostra seguida de adição de 15 mL de meio MRS. Após a secagem do meio, uma sobrecamada de aproximadamente 4 mL foi adicionada, visando a criação de atmosfera de 15% de O_2 . Em seguida, as placas foram invertidas e incubadas a 30 °C por 72 horas. Esta análise tem por finalidade aferir se o produto elaborado corresponde com o que se preconiza na legislação Instrução Normativa n° 16 (Brasil, 2005) para bebidas lácteas fermentadas ao final do tempo de prateleira, sendo as análises realizadas nos tempos 0 e 21 dias

Decorrido o tempo de incubação, realizou-se a contagem das colônias das placas que apresentaram número entre 15 e 300 colônias, seguindo a fórmula 3 (ISO 7218:2007). Os resultados foram expressos em UFC/mL de amostra.

$$N = \frac{\sum C}{V \times (n1 + 0,1.n2) \times d} \text{ UFC/mL} \quad (3)$$

onde:

$\sum C$	Número total de colônias contadas nas placas consideradas
$n1$	Número de placas consideradas na 1ª diluição
$n2$	Número de placas consideradas na 2ª diluição
V	volume semeado

4.6.2 Contagem total de aeróbios mesófilos e psicrófilos

Para determinação de bactérias mesófilas e psicrófilas utilizou-se o meio de cultura Plate Count Agar (PCA, Himedia, Índia) pela metodologia de incorporação e espalhamento em superfície, respectivamente para os grupos de bactérias citados, conforme descrito na ISO 4833-1:2013 (ISO, 2013).

As amostras foram diluídas em água peptonada até a diluição 10^{-2} e prosseguiu-se pipetando alíquotas de 1 mL de cada diluição em placas de Petri previamente esterilizadas, realizando para cada diluição placas em duplicata; logo após, verteu-se o meio PCA fundido e resfriado a temperaturas de aproximadamente 44 – 46 °C. Homogeneizou-se a amostra e o meio nas placas de forma suave e com movimentos circulares até a solidificação do meio, quando então foram vertidas e incubadas.

As placas para determinação de bactérias mesófilas foram incubadas em estufa a 35-37 °C por um período de 48 horas. Essa análise foi feita 0, 7, 14 e 21 dias com o objetivo de verificar as condições higiênico-sanitárias de produção das bebidas lácteas fermentadas. Tendo em vista que foram seguidos criteriosamente os binômios tempo-temperatura nos tratamentos térmicos das matérias-primas e as Boas Práticas de Fabricação e manipulação dos alimentos, não se considerou necessária a análise das diluições posteriores a 10^{-2} .

As placas para determinação de bactérias psicrófilas foram incubadas em temperatura de refrigeração (aproximadamente 5 °C) por um período de 10 dias. A análise foi realizada nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias, considerando que o produto em questão é comercializado sob condições de refrigeração, dessa forma podemos avaliar a estabilidade microbiológica dos tratamentos mediante o tempo de vida de prateleira do produto.

Os resultados foram expressos em UFC/mL usando a fórmula 3 descrita na secção 4.6.1.

4.6.3 Fungos filamentosos e leveduras

Para enumeração dos bolores e leveduras empregou-se o meio Ágar Dicloran Rosa de Bengala Cloranfenicol (DRBC, Himedia, Índia), seguindo a metodologia descrita na ISO 21527-1:2008 (ISO, 2008).

Dessa forma realizou-se análises utilizando-se o método de espalhamento em superfície das diluições 10^{-1} e 10^{-2} . As placas foram incubadas a 25 °C por 5 dias. As leveduras foram contadas após 3 dias de incubação, e os bolores após 5 dias de incubação. Os resultados foram expressos em UFC/mL usando a fórmula 3 descrita na secção 4.6.1.

Esta análise foi efetuada nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias, pois a bebida láctea fermentada possui valor de pH reduzido, propício ao desenvolvimento de bolores e leveduras durante o período de estocagem.

4.7 Caracterização sensorial das bebidas lácteas fermentadas

Para avaliação sensorial das formulações elaboradas durante o trabalho, realizou-se o teste de aceitação com uma escala hedônica de nove pontos (variando de “extremamente desagradável”, número 1, a “extremamente agradável”, número 9), na qual foram avaliados os parâmetros: textura, sabor, aroma e impressão global. O teste contou com 50 provadores não treinados de ambos os sexos e com idades variadas, e foi aplicado para as 3 formulações com os mesmo provadores.

As amostras foram apresentadas de forma monádica em copos descartáveis codificados e aleatorizados, contendo 20 mL de bebida láctea. Os provadores foram orientados a avaliarem separadamente cada parâmetro e ingerirem água entre o consumo de cada amostra para evitar que uma possível influência sensorial interfira nos resultados (Meilgaard et al., 2007).

4.8 Análise estatística

O tratamento estatístico dos resultados obtidos foi feito através da comparação entre as médias dos parâmetros avaliados, com a utilização do teste de Tukey nas médias transformadas, estabelecendo significância estatística para 5% de probabilidade ($p < 0,05$). As análises foram realizadas no programa XLSTAT 2020 - Statistical Software for Excel por Addinsoft.

5. Resultados e Discussão

5.1 Caracterização físico-química do leite e do soro de queijo

A tabela 7 mostra os resultados obtidos para a composição centesimal das amostras de leite e de soro de cabra.

Tabela 7. Composição centesimal das amostras de leite e soro de leite de cabra (n=3; média \pm desvio padrão)

Parâmetro	Amostras	
	Leite (g/100 g)	Soro (g/100 g)
Umidade	86,93 \pm 0,08	92,23 \pm 0,21
Carboidratos	5,3 \pm 0,1	4,8 \pm 0,2
Proteínas	3,40 \pm 0,05	0,97 \pm 0,01
Lipídeos	3,66 \pm 0,07	0,53 \pm 0,04
Cinzas	0,69 \pm 0,1	0,49 \pm 0,00
pH	6,22 \pm 0,11	4,48 \pm 0,43
Acidez (ácido láctico)	0,17 \pm 0,00	0,42 \pm 0,01
Valor energético	68 \pm 1	37 \pm 1

Segundo Haenlein (2004), a composição do leite de cabra varia de acordo com a espécie, raça, dieta, alimentação, localidade, saúde do úbere, entre outros fatores, e por ser sazonal apresenta variações de concentração nos seus componentes ao longo do ano. Em comparação ao leite de vaca não se registam diferenças relevantes em termos de composição média geral (umidade 87%, lipídeos 3,9%, proteínas 3,4%, cinzas 0,8%; Sousa, 2020), sendo que as principais diferenças prendem-se com a estrutura das proteínas e das gorduras, podendo interferir diretamente nas propriedades tecnológicas de cada matéria-prima.

O leite de cabra possui acidez levemente inferior ao leite bovino, com valores entre 0,11 e 0,18% (m/v) para os compostos ácidos expressos como ácido láctico, devido a diferenças entre os grupos carboxílicos de ambas as espécies. Outros componentes também são variáveis, como por exemplo, o teor mínimo de proteínas de 2,8 % (m/v) e cinzas, com valor mínimo de 0,7 % (m/v) (Haenlein 2004).

A concentração de gorduras varia entre 2,0 a 8,0 g/100 g, de acordo com os fatores de modificação da composição leiteira citados acima (Brasil, 2002; Haenlein, 2004). E, de acordo com Chilliard et al. (2001), a alimentação com oleaginosas pode modificar o

metabolismo lipídico na glândula mamária e modular a secreção de gordura e o perfil de ácidos graxos do leite, melhorando o valor nutritivo do leite.

5.2 Caracterização físico-química das bebidas lácteas fermentadas

5.2.1 pH

A tabela 8 apresenta a evolução dos valores de pH das três bebidas lácteas fermentadas, obtidos ao longo do tempo de armazenamento (21 dias) a 5 °C. A utilização de diferentes concentrações de soro neste estudo não influenciou o tempo de fermentação, e o final do processo fermentativo foi determinado quando as bebidas lácteas atingiram a faixa de pH entre 4,68 - 4,69, o que ocorreu após 5 horas de fermentação.

Tabela 8. Evolução dos valores médios de pH das amostras de bebidas lácteas fermentadas ao longo de 21 dias de armazenamento (n=3, média ± desvio-padrão)

Formulação (% soro)	pH			
	0 dias	7 dias	14 dias	21 dias
A1 (20%)	4,683 ± 0,01 ^{Aa}	4,422 ± 0,01 ^{Bb}	4,363 ± 0,01 ^{Cb}	4,363 ± 0,01 ^{Cb}
A2 (40%)	4,683 ± 0,01 ^{Aa}	4,367 ± 0,01 ^{Bc}	4,332 ± 0,01 ^{Cc}	4,368 ± 0,02 ^{Bb}
A3 (60%)	4,697 ± 0,02 ^{Aa}	4,443 ± 0,01 ^{Ba}	4,432 ± 0,01 ^{Ca}	4,452 ± 0,01 ^{Ba}
Pr > F(Model)	0,122	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Significância	Não	Sim	Sim	Sim

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.

Pelo exposto na tabela 8, é possível observar uma redução significativa ($p < 0,0001$) do pH entre os intervalos de 0 e 14 dias para todas as formulações testadas. A amostra A1 apresentou comportamento decrescente para os valores de pH tendendo a estabilização no final do período de armazenamento ($p=1$ para o intervalo 14 a 21 dias). No entanto, em relação as amostras A2 e A3 observa-se que ao longo do período analisado, os valores de pH sofreram redução nos intervalos de tempo entre 0 e 14 dias seguidos de crescimento significativo após 21 dias de estocagem das bebidas lácteas fermentadas. Entende-se porém, que o crescimento observado nas amostras que continham adição de 40% e 60% de

soro, apesar de apresentarem diferença significativa, na prática não interferem na qualidade do produto final.

Quando se compara o pH entre formulações, verifica-se que no tempo 0 todas as amostras apresentaram valores de pH semelhantes ($p=0,122$), no entanto, todas as formulações apresentaram valores significativamente diferentes ($p<0,0001$) nos tempos de 7 e 14 dias. No que diz respeito aos resultados obtidos no tempo 21 dias, as bebidas que continham 20 e 40% de adição de soro de queijo apresentaram pH semelhante entre si ($p=0,749$), mas significativamente mais baixo do que a bebida contendo 60% de soro ($p<0,0001$).

Com base nos resultados obtidos, verifica-se uma redução acentuada do pH nos primeiros 14 dias de armazenamento, que resulta de uma manutenção de capacidade metabólica residual das bactérias fermentativas, que se anula à medida que o pH atinge valores próximos de 4,3-4,4. Esse comportamento de estabilização reforça a ideia de que a redução de pH no período de estocagem, é capaz de limitar o processo de pós acidificação excessiva nos produtos fermentados.

O processo denominado de pós-acidificação resulta da taxa metabólica que as bactérias lácticas mantêm no início da vida de prateleira das bebidas, ainda que sob condições de refrigeração, e que perdura durante certo período. Este processo pode promover a queda dos valores de pH em proporções de 3% a 9%, elevando conseqüentemente, a acidez do produto entre 9% e 39% (Cunha et al., 2006; Recchia, 2014; Tamine et al, 2006). O decréscimo verificado no presente trabalho (0,2 a 0,3 unidades, correspondente a entre 5 e 7% de redução do pH) mostrou-se, assim, dentro do valor espectável. Frutuoso et al. (2012), acompanharam o comportamento do pH durante os intervalos de 1, 7, 14, 17 e 21 dias de bebidas lácteas elaboradas com leite bovino e soro caprino e observaram comportamento similar ao obtido no presente trabalho, com redução inicial brusca seguida de tendência a estabilidade, mas com maior decréscimo do pH (de 4,6 para 4,0) ao longo do tempo.

Entretanto, ainda que as bebidas lácteas fermentadas sejam caracterizadas pelo pH reduzido, diversos autores associam valores de pH inferiores a 4,0 a sabores desagradáveis, formação de grumos e redução da viscosidade destes produtos (Recchia,2014; Tamine et al,

2006). Neste sentido, as formulações obtidas no presente trabalho apresentam valores de pH e reduções ao longo do tempo de prateleira dentro do recomendado.

5.2.2 Acidez titulável

A tabela 9 apresenta a evolução dos valores médios de acidez obtidos durante os quatro intervalos de tempo de armazenamento a 5 °C dos tratamentos de bebidas lácteas fermentadas. A quantificação de acidez, expressa em porcentagem de ácido láctico, está diretamente relacionada com o pH das bebidas, e apresenta comportamento inverso a queda de pH. Desta forma, nos primeiros sete dias de armazenamento enquanto os valores de pH apresentaram queda acentuada, observa-se na tabela 9 que os valores de acidez aumentaram tendendo a estabilização após 14 dias de armazenamento.

Tabela 9. Evolução dos valores médios de acidez (g ácido láctico/100g) das amostras de bebidas lácteas fermentadas ao longo de 21 dias de armazenamento

Formulação (% soro)	Acidez (g ácido láctico/100g)			
	0 dias	7 dias	14 dias	21 dias
A1 (20%)	0,709 ± 0,01 ^{Ca}	0,930 ± 0,07 ^{Aa}	0,892 ± 0,00 ^{Ba}	0,916 ± 0,00 ^{ABa}
A2 (40%)	0,533 ± 0,02 ^{Cb}	0,788 ± 0,03 ^{Bb}	0,856 ± 0,03 ^{Aa}	0,884 ± 0,00 ^{Ab}
A3 (60%)	0,497 ± 0,01 ^{Cc}	0,703 ± 0,02 ^{Ac}	0,683 ± 0,01 ^{Bb}	0,693 ± 0,00 ^{ABc}
Pr > F(Model)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Significância	Sim	Sim	Sim	Sim

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.

Observa-se com base na tabela 9 que apenas no intervalo de 14 dias não houve diferença significativa entre as amostras, com valor de $p=0,528$ para as bebidas que continham 20% e 40% de soro de queijo em sua composição. Para os demais intervalos, todas as formulações foram consideradas estatisticamente diferentes ($p<0,0001$) e tal resultado pode ser interpretado como consequência da interferência do soro na atividade das culturas lácticas utilizadas na fermentação, com efeito na produção de ácido láctico modificando a acidez e o pH do produto (Pacheco et al., 2017).

De acordo com o RTIQ de Bebidas Lácteas (Brasil, 2005), o valor de acidez (em ácido láctico) para bebidas lácteas fermentadas deve ser de no mínimo 0,70%. Nesse

contexto, constata-se que aos zero dias de armazenamento, apenas o tratamento contendo 20% de soro encontrava-se dentro do padrão estipulado pela legislação vigente. Tal resultado poderia ser alterado com a permanência das amostras por mais tempo na câmara de fermentação objetivando um pH máximo de 4,60, consequência da maior produção de ácido láctico. Após sete dias, todas as formulações apresentaram valores de acidez dentro dos padrões legislados. Passados 14 dias de estocagem todas as amostras apresentaram estabilidade para os valores de acidez quantificados e apenas a formulação com 60% de soro de queijo apresentou valores de acidez inferiores a 0,70%, encerrando sua vida de prateleira fora dos parâmetros. Considera-se ainda que índices de acidez extremamente elevados, assim como valores de pH exageradamente reduzidos são associados a defeitos tecnológicos e alterações sensoriais que resultam em rejeição do produto por parte do consumidor.

Observa-se que conforme se eleva a concentração de soro de leite entre as formulações, a acidez é reduzida significativamente nos intervalos de tempo. Este fato pode ser justificado pelo aumento do conteúdo em soro que aumenta a quantidade de Ca^{2+} disponível no meio e promove a protonação das moléculas de fosfato presentes na superfície da micela, causando um aumento no pH. Esta protonação aumenta a força da rede ligações cruzadas de proteínas, tornando-as mais rígidas. Nesse sentido, esse aumento na concentração de Ca^{2+} tem influência na sinérese (Pacheco et al., 2017). E segundo os autores Park & Haenlein (2006), um pH baixo e uma alta acidez causam desprendimentos de soro, aumentando a solubilização de micelas de CCP que promovem uma perda de cálcio solúvel no soro de leite.

Os resultados obtidos corroboram com Recchia (2014), que ao elaborar bebidas lácteas fermentadas com diferentes concentrações de soro de leite ácido e avaliá-las nos intervalos de 1, 7, 14 e 21 dias, observou que entre os tempos 0 e 7 dias houve o maior aumento de acidez das amostras. Os autores Cunha et al. (2008) ao elaborarem bebidas lácticas fermentadas com 70% de leite bovino e 30% de soro, quantificaram valores de 0,72 g de ácido láctico/100 g, valor semelhante ao encontrado para a amostra A1 que possuía concentração de soro 10% inferior ao autor.

5.2.3 Composição centesimal

A tabela 10 apresenta os resultados médios para determinações de umidade, lipídeos, proteínas, cinzas, carboidratos e valor energético das amostras de bebidas lácteas fermentadas.

Tabela 10. Composição centesimal das amostras de bebidas lácteas fermentadas (n=3, média \pm desvio padrão).

Formulações (% soro)	Umidade	Lipídeos (g/100 mL)	Proteínas (g/100 mL)	Cinzas (g/100 mL)	Carboidratos (g/100 mL)	Energia (Kcal/100 mL)
A1 (20%)	76,60 \pm 0,25 ^a	2,45 \pm 0,12 ^a	2,66 \pm 0,19 ^a	0,62 \pm 0,01 ^a	17,4 \pm 0,6 ^a	103 \pm 0,00 ^a
A2 (40%)	78,94 \pm 0,46 ^b	1,12 \pm 0,01 ^b	2,66 \pm 0,03 ^a	0,55 \pm 0,06 ^{ab}	16,6 \pm 0,5 ^{ab}	87 \pm 2,0 ^b
A3 (60%)	81,08 \pm 0,13 ^c	0,63 \pm 0,00 ^c	1,90 \pm 0,03 ^b	0,48 \pm 0,03 ^b	15,9 \pm 0,2 ^b	77 \pm 1,0 ^c

Nota: Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa dos resultados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No que diz respeito a umidade, gordura e valor energético, observa-se diferença significativa entre todas as formulações. Tal fato pode ser explicado pela adição de maiores concentrações de soro a cada amostra, que eleva a quantidade de água disponível no meio, reduz os teores de lipídeos e conseqüentemente o valor calórico. A tabela 7 indica os valores do conteúdo lipídico do soro de queijo caprino, e ao compararmos os percentuais deste componente com as amostras de bebidas fermentadas é possível verificar que o aumento gradual de concentração de soro na elaboração das bebidas culminou na redução da porcentagem de gordura nas amostras, isso porque, durante a formação do coágulo que dá origem aos queijos, os glóbulos de gordura ficam aprisionados na rede proteica que dá origem a massa do queijo, apresentando-se em menores proporções no soro produzido durante o processo (Alves et al., 2009). Almeida, Bonassi & Roça (2001), ao avaliarem as características físico-químicas de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com soro de queijo Minas Frescal obtiveram resultados que corroboram da mesma teoria. Assim como Otero et al. (1995), que avaliou parâmetros físico-químicos de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com adição de soro e água, e constatou que os teores de gordura das bebidas elaboradas com soro foram superiores as bebidas diluídas com água. Porém, as amostras de 40% e 60% não estão em conformidade com a legislação vigente, que determina teores de lipídeos superiores a 2% para bebidas lácteas fermentadas, tornando-se necessária a

captação de soro e leite com padronização de gorduras para elaboração do produto (Brasil, 2005).

Quanto as proteínas, observou-se que o aumento das concentrações de soro de leite não interferiu de forma significativa nos resultados obtidos para as diferentes formulações, pois o decréscimo das proteínas do leite foi parcialmente restituído pela adição das proteínas presentes no soro. Em relação às formulações constituídas de 20% e 40% de soro não apresentaram diferença significativas entre si, ao contrário da formulação de 60%. Araújo & Barbosa (2015) quantificaram elevada concentração de proteínas (9,34%) em bebida láctea fermentada elaborada com 44% de leite e 28,5% de soro caprino, posteriormente adicionada de 15% de polpa de umbu, que possui maior conteúdo proteico, o que justifica a disparidade relativamente às amostras de bebidas elaboradas no presente trabalho. Todas as amostras apresentaram-se dentro dos padrões mínimos exigidos pela Instrução Normativa nº 16 (2005), que determina valor mínimo de 1,7% proteínas de origem láctea para bebidas lácteas com adições cujas características organolépticas se assemelham as bebidas lácteas sem adições.

Os teores de cinzas encontram-se inferiores ao valor de 0,86% encontrado por Frutuoso et al. (2012), ao caracterizar bebidas lácteas fermentadas com adição de soro de queijo caprino e o valor de 0,7% obtido por Recchia (2014), porém estão em conformidade com Cunha et al. (2008), que encontrou 0,65% em avaliação físico-química de bebida láctea, e Thamer & Penna (2006), cujo valor variou entre 0,53 e 0,61%.

5.3 Avaliação da estabilidade microbiológica

No que diz respeito a qualidade microbiológica das bebidas lácteas fermentadas, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas (Brasil, 2005) determina controle e quantificação apenas de coliformes a 35 °C e a 45 °C, no entanto, o intuito do presente trabalho foi verificar a estabilidade das formulações testadas de bebidas lácteas e avaliar seu comportamento microbiológico durante todo o período de estocagem do produto. Nesse sentido, foram avaliados os parâmetros microrganismos aeróbios mesófilos e psicrófilos, e bolores e leveduras. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 11.

Tabela 11. Valores médios de aeróbios mesófilos, aeróbios psicrófilos e bolores e leveduras (n=3, média \pm desvio-padrão)

Formulação	Parâmetros microbiológicos obtidos (UFC/mL)											
	Aeróbios mesófilos				Aeróbios psicrófilos				Bolores e leveduras			
Tempo (dias)	0	7	14	21	0	7	14	21	0	7	14	21
A1 (20%)	20 \pm 1,15	40 \pm 2,65	60 \pm 2,75	65 \pm 2,63	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
A2 (40%)	<10	25 \pm 2,12	50 \pm 2,83	57 \pm 2,63	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
A3 (60%)	<10	25 \pm 0,58	40 \pm 1,74	45 \pm 1,53	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50

Alimentos do grupo dos leites fermentados, como os iogurtes e as bebidas lácteas fermentadas com adição de polpa de frutas e/ou açúcar, como é o caso das amostras avaliadas nesta pesquisa, são mais suscetíveis ao crescimento de leveduras (Silva et al., 2010), no entanto, estas não foram detetadas nas amostras analisadas. De igual forma, não foram detetados microrganismos aeróbios psicrófilos. Não existem, na legislação vigente, limites estipulados para contagens de microrganismos aeróbios mesófilos em bebidas lácteas fermentadas, no entanto, utilizou-se como parâmetro o padrão legislado para bebidas lácteas pasteurizadas $7,5 \times 10^4$ UFC/mL (Brasil, 2005). Sendo assim, pode-se considerar que as amostras elaboradas no presente trabalho estão de acordo com o esperado para qualidade microbiológica de produtos lácteos fermentados e apresentam estabilidade ao longo do período analisado.

As análises para quantificação de microrganismos mesófilos em alimentos são utilizadas no controle da qualidade do leite como um indicador de higiene e de qualidade geral, uma vez que em elevadas quantidades podem indicar falhas na higienização de processos, na obtenção da matéria-prima, no manuseio e/ou nas condições de armazenamento dos produtos. Porém, estas análises não diferenciam os tipos de bactérias existentes e não estão necessariamente diretamente relacionados a presença de microrganismos patogênicos ou com concentrações de toxinas no meio. Para produtos lácteos fermentados, as contagens mais elevadas de bactérias aeróbias mesófilas são naturais da flora microbiana do tipo do alimento, excluindo qualquer relação com a

qualidade. Não são estipulados limites de detecção para esse grupo de bactérias em produtos lácteos fermentados, seja na legislação brasileira ou no Standart Methods for the Examination of Dairy Products da APHA (Downes & Ito, 2001).

Outro grupo de microrganismos aeróbios considerado como indicadores higiênicos na indústria de laticínios, são as bactérias psicrófilas e psicrotróficas. Devido ao fato de apresentarem suas melhores faixas de crescimento nas temperaturas de refrigeração, elevadas contagens podem ser indicadoras de ausência de práticas higiênicas na obtenção do leite, no transporte e/ou falhas no armazenamento de matéria-prima utilizada na fabricação dos alimentos. Podem indicar também ineficiência na aplicação das Boas Práticas de Fabricação (BPFs) e irregularidades no processamento térmico e no armazenamento dos produtos acabados. Esse grupo de microrganismos pode multiplicar-se em temperaturas iguais ou inferiores a 0 °C e em sua maioria, são bactérias termosensíveis, porém são capazes de produzir enzimas termotolerantes que estão diretamente associadas a uma gama de defeitos tecnológicos no leite e em seus derivados, como por exemplo: a gelatinização do leite UHT pela ação das proteases, a alteração de sabor e aroma de queijos consequência da ação lipolítica de enzimas, o sabor amargo gerado pela liberação de peptídeos de baixo peso molecular, a redução do rendimento na fabricação de queijos e etc. Dentre os principais psicrófilos e psicrotróficos deteriorantes de produtos de origem láctea, destacam-se os gêneros: *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Klebsiella*, *Bacillus* e *Lactobacillus*, e são exemplo de psicrotróficos patogênicos *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae* e algumas cepas de *Bacillus cereus* (Carvalho et al., 2005).

A presença de bolores e leveduras nos alimentos também é considerada um indicador de deficiência no cumprimento das BPFs e de falhas no processamento e/ou armazenamento de produtos e matérias-primas, pois em sua maioria são originados do soro ou do ar e resistentes a ampla faixa de pH (entre 3,0 e 8,0). São microrganismos instáveis a temperaturas superiores a 35 °C, sendo a faixa de temperatura ótima de crescimento entre 25 a 28 °C, tolerando temperaturas de refrigeração. Alguns fungos filamentosos são ainda capazes de produzir micotoxinas, metabólitos tóxicos secundários que podem afetar a saúde humana e animal, e em alguns casos as leveduras podem provocar reações alérgicas (Downes & Ito, 2001).

5.3.1 Análise das bactérias lácticas viáveis

Na tabela 12 estão apresentados os resultados obtidos para a contagem de bactérias lácticas nas várias formulações nos tempos 0 dias e 21 dias de armazenamento.

Tabela 12. Resultados obtidos para a contagem de bactérias lácticas nos tempos 0 dias e 21 dias de armazenamento.

Formulação (% soro)	Contagem de bactérias lácticas (UFC/mL)	
	0 dias	21 dias
A1 (20%)	9,33E+08 ^{Aa}	3,40E+08 ^{Aa}
A2 (40%)	1,30E+09 ^{Aa}	9,33E+08 ^{Aa}
A3 (60%)	5,00E+08 ^{Aa}	1,07E+08 ^{Aa}

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.

O intuito da quantificação das bactérias lácticas nos tempos 0 e 21 dias após sua produção está relacionado com a avaliação da influência da adição do soro de leite na estabilidade destas bactérias do produto ao longo do tempo de vida útil. Com base nos resultados expressos na tabela 12, é possível verificar que a incorporação das diferentes concentrações de soro de queijo caprino não afetou significativamente o crescimento e viabilidade destas bactérias, pois demonstram que todas as amostras de bebidas lácteas fermentadas apresentaram contagens de bactérias lácticas viáveis dentro dos padrões mínimos de 10^6 UFC/mL ao final da vida de prateleira, conforme as exigências da legislação vigente, e não apresentaram diferença significativa para nenhum dos tratamentos avaliados (BRASIL, 2005).

Tais resultados corroboram com estudos similares realizados por outros autores, como Recchia (2014), que ao avaliar a influência da adição de soro de leite ácido na elaboração de bebidas lácteas fermentadas com preparados de frutas, quantificou valores superiores a 10^7 UFC/mL de bactérias lácticas viáveis em todos os tratamentos após 21 dias de armazenamento sob temperaturas de 8 °C. Assim como Frutuoso et al. (2012), que ao avaliar a estabilidade de bebidas lácteas fermentadas elaboradas com leite de vaca e soro de queijo de cabra obteve contagens superiores a 10^6 UFC/mL ao longo de 21 dias de vida de prateleira das amostras.

5.4 Caracterização sensorial das bebidas lácticas fermentadas

Na avaliação das três formulações de bebidas lácteas fermentadas, onde o fator de variação entre elas foi a concentração de soro de leite de cabra, observa-se na tabela 13 que as formulações A1 e A2 não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) em relação a todos os parâmetros avaliados no teste de aceitação sensorial. Em contrapartida, a formulação A3 apresentou diferenças significativas em relação as outras amostras para todos os atributos avaliados, principalmente em relação ao sabor e a textura. Os valores médios de pontuação da amostra A3 são equivalentes a “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente” na escala hedônica utilizada na aplicação do teste sensorial, representando as menores pontuações no teste quando comparadas as formulações A1 e A2.

Tabela 13. Média das notas do teste de aceitação (n=3, média \pm desvio-padrão)

Formulação (% soro)	Cor	Sabor	Textura	Impressão Global
A1 (20%)	8,06 \pm 1,07 ^a	7,99 \pm 0,96 ^a	7,86 \pm 1,27 ^a	7,98 \pm 0,83 ^a
A2 (40%)	7,96 \pm 1,11 ^a	7,73 \pm 1,17 ^a	7,74 \pm 1,16 ^a	7,76 \pm 0,9 ^a
A3 (60%)	7,28 \pm 2,01 ^b	6,88 \pm 2,23 ^b	5,68 \pm 1,99 ^b	6,36 \pm 2,23 ^b

Nota: Letras iguais na mesma coluna indicam que não houve diferença significativa dos resultados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tais resultados corroboram parcialmente com os dados obtidos por Rezende et al. (2007), que elaboraram quatro formulações de bebidas lácteas fermentadas com adição de polpa de umbu variando as concentrações de soro de leite em 20 %, 40 %, 60 % e 80 %. A amostra que obteve menor aceitabilidade entre os parâmetros avaliados e a única significativamente diferente em relação aos outros tratamentos foi a de maior concentração de soro, assim como o presente trabalho, no entanto o estudo utilizou leite e soro de leite de origem bovina, que possui sabor menos intenso e mais comum ao paladar, quando comparados ao leite e soro de leite caprino. O que poderia justificar a maior tolerância dos consumidores a concentrações superiores de soro de leite bovino em bebidas lácteas fermentadas do que soro de leite caprino.

Outro estudo de desenvolvimento de derivados lácteos fermentados com utilização de base láctea caprina reforça a tendência da rejeição de tratamentos com maiores

concentrações de soro de leite caprino por parte dos consumidores. Dados obtidos por Araújo & Barbosa (2015) mostram que, ao desenvolverem bebidas lácteas fermentadas com variação nas concentrações de soro caprino (28,5% e 44%) e leite caprino (44% e 28,5%) respectivamente, os atributos sabor e aceitação global foram significativamente afetados nos testes de aceitação sensorial, sendo a amostra com 44% de soro caprino e 28,5% de leite caprino a que obteve menores médias, variando de 7,5 a 4,6.

Considerando que os testes sensoriais foram realizados em Portugal, país onde as bebidas lácteas fermentadas não são comercializadas e não são relatados estudos sobre tais produtos no país, houve por parte dos provadores uma associação intuitiva das bebidas lácteas com iogurtes, que possuem como uma de suas principais características a textura mais encorpada e espessa. Sabe-se ainda que com a adição de maiores concentrações de soro de leite a viscosidade das bebidas é reduzida. Os autores Castro et al. (2013) reforçam tal teoria, pois ao avaliarem as características sensoriais de bebidas lácticas fermentadas determinaram uma relação entre a quantidade de soro de leite adicionado e as características reológicas das bebidas, ou seja, o aumento do soro de leite provocou maior aumento na fragilidade da estrutura do gel, provavelmente como resultado da substituição de caseína pelas proteínas de soro de leite.

Sendo assim, desconsiderando a adição de espessantes, pode-se admitir que em relação a textura, a adição de maiores quantidades de soro nas bebidas lácteas é inversamente proporcional a viscosidade, distinguindo-se cada vez mais da textura dos iogurtes a que os consumidores portugueses estão mais adaptados. Este aspeto poderá justificar que o atributo de maior índice de rejeição da formulação contendo 60% de soro seja a textura.

Santos et al. (2008), ao estudarem a influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga, avaliaram formulações com 20%, 30%, 40% e 80% de soro e verificaram que a formulação de 40 % foi a mais aceita, situando-se muito próximo do termo hedônico “gostei muito”. Bem como Santos et al. (2008), os resultados positivos obtidos no presente trabalho, principalmente nos parâmetros “sabor” e “impressão global” a partir das respostas dos provadores somadas as boas avaliações em relação a textura e cor, evidenciam a boa aceitabilidade geral do produto por parte dos provadores tanto no aspecto visual quando no sensorial, e ratificam as

possibilidades da implementação de bebidas lácteas fermentadas a base de leite e soro de leite de cabra na dieta dos consumidores portugueses.

Considerando as circunstâncias mundiais, o objetivo da pesquisa de incorporar a maior quantidade de soro possível sem interferir de forma negativa nas características das bebidas e a ausência de diferenças significativas em todos os atributos das amostras de 20 % e 40, admite-se a amostra de 40 % como uma opção viável.

6. Conclusões

Com base nas análises realizadas e nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A incorporação de soro de leite de cabra para a elaboração de bebidas lácteas fermentadas apresentou-se como uma alternativa viável de ampliação do portfólio de produtos lácteos caprinos e valorização da raça Serrana na região de Trás dos Montes.
- As amostras de bebidas lácteas fermentadas com 20 % e 40 % de incorporação de soro de leite não apresentaram diferenças significativas entre os principais parâmetros avaliados durante a pesquisa.
- Considerando o objetivo de adicionar a maior quantidade possível de soro de queijo caprino e preservar a aceitabilidade do produto pelo consumidor, o teor escolhido para ser utilizado nas próximas etapas de desenvolvimento do produto foi o de 40% de soro.

Referências bibliográficas

- Abreu, M. C. (2014). O potencial bioactivo do soro de queijo após fermentação láctica. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Alimentar/Qualidade e Segurança Alimentar*, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa.
- Aditivos & Ingredientes. (2011). A evolução do açúcar. *Aditivos & Ingredientes*, pp. 30-40, Setembro. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201604/2016040854800001460597640.pdf>. Acesso em: 25 de janeiro de 2020.
- Almeida, K. E.; Bonassi, I. A. & Roça, R. O. (2001). Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. *Ciência e Tecnologia Alimentar* 21(2), 187-192. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612001000200012>.
- Almendra, L. (1994). A cabra Serrana transmontana – Origem, caracterização da raça e sistema de produção. *Direção Regional de Agricultura de Trás-os-Montes – Mirandela*.
- Alves, L. L., Richards, N. S. P. S.; Becker, L. V.; Andrade, D. F.; Milani, L. I. G.; Rezer, A. P. S. & Scipioni G. C. (2009). Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. *Ciência Rural* 39(9), 2595- 2600.
- AOAC (2005). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist, Washington.
- Araújo, N. & Barbosa, F. (2015). Bebida láctea com leite caprino e soro caprino é alternativa para aproveitamento da polpa de umbu. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes* 70(2), 85-92. doi:<https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i2.393>.
- Assadi, M. M.; Abdolmaleki, F. & Mokarrame, R. R. (2008). Application of whey in fermented beverage production using kefir starter culture. *Nutrition and Food Science* 38, 121–127. doi:10.1108/00346650810862993.
- Barbosa, C. S.; Mendonça, R. C.; Santos, A. L. & Pinto, M. S. (2009). Aspectos e impactos ambientais envolvidos em um laticínio de pequeno porte. *Instituto de Laticínios Cândido Tostes* 64, 28-35.
- Blaskó, B. (2010). World Importance and Present Tendencies of Dairy Sector. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce* 5, 119–123.
- Bozanic, R.; Barukcic, I.; Lisak, K. & Tratnik, L. (2014). Possibilities of whey utilization. *Journal of Nutrition and Food Science* 2, 1036-1042.
- Bragante, A. G. (2014). *Desenvolvendo Produto Alimentício*. Conceitos e Metodologias 2. ed. São Paulo, 350 pp. Brasil.

-
- Brasil Food Trends (2020). FIESP e ITAL. Disponível em: <<http://www.alimentosprocessados.com.br/arquivos/Consumo-tendencias-e-inovacoes/Brasil-Food-Trends-2020.pdf>>. Acesso em: 17 de junho de 2020.
- Brasil (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Aprova Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade de Leite de Cabra. Instrução Normativa nº 37, de 18 de setembro de 2002. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 8 nov. 2000, Seção 1, Página 23.
- Brasil (2005). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 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 I, p. 7.
- Brasil (2007). Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 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 I, p. 4.
- Braskem (2018). Como a Economia Circular muda a maneira que consumimos – 2018. Disponível em: <<https://bluevisionbraskem.com/inteligencia/como-a-economia-circular-muda-a-maneira-que-consumimos/>> . Acesso em: 20 set. 2020.
- Cabo, P.; Matos, A.; Fernandes, A. & Ribeiro, M. (2017). Evolução da produção e comercialização de produtos tradicionais qualificados de ovinos e caprinos (2003-2012). *Revista de Ciências Agrárias* 40, 329-344. ISSN 0871-018 X.
- Carvalho A. C. F. B.; Cortez, A. L. L.; Salotti, B. M.; Bürger, K. P. & Vidal-Martins, A. M. C. (2005). Presença de microrganismos mesófilos, psicrotóxicos e coliformes em diferentes amostras de produtos avícolas. *Arq. Inst. Biol.* 72(3), 303-307.
- Castro, W. F.; Cruz, A. G.; Bisinotto, M. S.; Guerreiro, L. M. R.; Faria, J. A. F.; Bolini, H. M. A.; Cunha, R. L. & Deliza, R. (2013). Development of probiotic dairy beverages: Rheological properties and application of mathematical models in sensory evaluation. *Journal of Dairy Science* 96(1), 16-25.
- Chacón Villalobos, A. (2005). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones em el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana* 16(2), 239-252.
- Chatterton, D.; Smithers, G.; Roupas, P. & Brodtkorb, A. (2006). Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin – Technological implications for processing. *International Dairy Journal* 16(11), 1229-1240.
- Chilliard, Y.; Ferlay, A. & Doreau, M. (2001). Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. *Livestock Production Science* 70, 31–48.

-
- Costa, D. C. (2011). Caracterização e tratamento de efluentes resultantes da actividade de produção de queijo. *Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente/Engenharia Sanitária*, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Cunha, T. M.; Castro, F. P.; Barreto, P. L. M.; Benedet, H. D. & Prudêncio, E.S. (2008). Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. *Seminário: Ciências Agrárias 29(1)*, 103-116.
- Cunha, T. M.; Oliveira, F. F.; Dominici, M. T. F. & Prudêncio, E. S. (2006). Avaliação da composição físico-química de bebidas lácteas probióticas elaboradas com diferentes proporções de leite e soro de queijo. *In: 58ª Reunião Anual da SBPC*, Florianópolis, SC.
- Custódio, I. (2014). Produção de derivados de leite: “omavele” aromatizado e queijo picante. *Dissertação de Mestrado em Tecnologia da Ciência Animal*, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança.
- Downes, F. P. & Ito, K. (2001). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 4th ed. Washington: American Public Health Association (APHA).
- Figueiredo, S. M. (2006). O desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos paulista: um estudo de casos sobre o processo de geração e seleção de ideias e análise de negócio. *Dissertação de Mestrado Profissional em Administração de Empresas*, Escola de Administração de Empresas de São Paulo.
- Frutuoso, A., Andrade, P., & Pereira, J. (2013). Inovação no desenvolvimento de bebida láctea fermentada com leite de vaca e soro de queijo de cabra. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 67(386), 29-37. <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20120033>
- Goff, H. D. (1997) Colloidal aspects of ice cream – A review. *International Dairy Journal*, 7, 363-373.
- Haenlein, G. F. W. (2004). Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research* 51(2), 155-163.
- Hirst, K. (2011). Goats: The history of the domestication of goats. Disponível em: <http://archaeology.about.com/od/domestications/qt/goats.htm>. Acesso em: 08 de março de 2020.
- INE. (2017). Estatísticas agrícolas do ano de 2016. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- InMarket (2020). Que marca de iogurtes preferem os portugueses? Disponível em: <https://grandeconsumo.com/que-marcas-de-iogurtes-preferem-os-portugueses/#.X6hvbPNKjIU>. Acesso em: 3 de setembro de 2020.
- Instituto Adolfo Lutz (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: [s.n.] 1020 pp. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 23 de novembro de 2019.

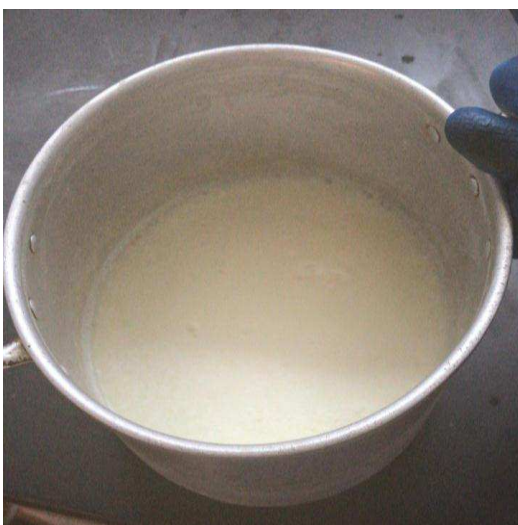
-
- ISO (2007). *ISO 7218:2007*. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs. General Requirements and Guidance for Microbiological Examinations. International Standardization Organization, Suíça.
- ISO (2008). *ISO 21527-1:2008*. Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds — Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95. International Standardization Organization, Suíça.
- ISO (2013). *ISO 4833-1:2013*. Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of microorganisms — Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique. International Standardization Organization, Suíça.
- Lopes, V. P. S. (2013). Contribuição para o estudo da raça Caprina Serrana. *Dissertação de Mestrado em Tecnologia da Ciência Animal*, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança
- Kumar, N. & Hati, S. (2015). Fermented and Non Fermented Whey Beverages. *Beverage & Food World* 42(4), 28-31
- Maganha, M. F. B. (2006). Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos – série P+L. 95 p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/laticinio.pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2019.
- Martin, A. F. (2002). Armazenamento do iogurte comercial e o efeito na proporção das bactérias lácticas. *Dissertação de Mestrado em Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Meena, M. K., Arora, S., Sharma, V. (2012). Formulation optimization of whey lemon beverage using blend of the sweeteners aspartame and saccharin. *International Journal of Dairy Technology*.
- Meilgaard, M. R.; Civille, G. V.; Carr, B. T. (2007). Sensory evaluation techniques. 4^a ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 448p.
- Miranda, R. M. (2018). Formulação de uma bebida à base de soro de leite com péptidos bioativos. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Alimentar*. Lisboa.
- OECD (2016). Dairy and Dairy Products, em *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*, OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-11-en.
- Oliveira, R. (2012). Demografia e estrutura populacional da raça caprina. Murciano Granadina na Espanha com base em análise de Pedigree. *Dissertação de Doutorado*, Univ. Fed. de Pernambuco.
- Ordóñez, J. A. (2007). Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed. v. 2. 279 pp.
- Otero, M.; Rodriguez, T.; Camejo, J. & Cardoso, F. (1995). Bebida láctea fermentada. *Alimentaria* 32(260), 93-5.

-
- Pacheco, V. M. M.; Porras, A. O. O.; Velasco, E.; Morales-Valencia, E. M. & Navarro, A. (2017). Efeito da relação leite-soro sobre as propriedades físico-químicas e reológicas de uma bebida láctea fermentada. *Ingeniería y Competitividad* 19(2), 83-91. <https://dx.doi.org/10.25100/iyc.v19i2.5295>.
- Park, Y. W. & Haenlein, G. F. W. (2006). Handbook of milk of non-bovine mammals. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. 472 pp.
- Parvez, S., Malik, K. A., Ah Kang, S. & Kim, H. Y. (2006). Probiotics and their fermented food products are beneficial for health. *Journal of Applied Microbiology* 100, 1171–1185. doi:10.1111/j.1365- 2672.2006.02963.x
- Portugal (1992). Ministérios da Agricultura e do Comércio e Turismo. Portaria n° 742 de 24 de julho de 1992. Regras sobre produção, comercialização e consumo de iogurtes e leites fermentados. *Diário da República* n.º 169/1992, Série I-B de 1992-07-24.
- Rechia, B. R. (2014). Desenvolvimento de bebida láctea fermentada a base de soro lácteo ácido: caracterização físico-química e reológica. *Dissertação de Mestrado*. Escola Superior de Agricultura. Piracicaba. Universidade de São Paulo.
- Reis, J. S. et al. (2007). Fabricação de derivados do leite como uma alternativa de renda ao produtor rural. *Boletim técnico*. Editora UFLA. Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Rezende, A.A; Guimaraes, G.F; Miyaji, M; Fontan, G.C. R. & Bonomo, R.C.F. (2007). Produção de bebida láctea tipo umbuzada como alternativa de renda para o pequeno agricultor do Sudoeste Baiano. In: XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.
- Richardson, C. W. (2004). Let's learn about dairy goats and goat's milk. *Boletim n° 424*. Cooperative Extension Service (Oklahoma State University), Oklahoma.
- Robert, N. F. (2008). Dossiê de fabricação de Iogurtes. *Dossiê técnico*. REDETEC-Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas.
- Santos, C. T.; Costa, A. R.; Fontan, G. C. R.; Fontan, R. C. I. & Bonomo, R. C. F. (2008). Influência da concentração de soro na aceitação sensorial de bebida láctea fermentada com polpa de manga. *Alimentos Nutrição* 19(1), 55–60.
- Saraiva, C. B. (2008). Potencial poluidor de um laticínio de pequeno porte: um estudo de caso. *Dissertação de mestrado em Ciências*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Silva, N.; Christina, V.; Ferraz, N.; Hiromi, M.; Francisco, R. & Abeliar, R. (2010). Manual de métodos de análise Microbiológica de Alimentos e água. 4. Ed. – São Paulo: Livraria Varela.
- Smithers, G. W. (2008). Whey and whey proteins-From “gutter-to-gold.” *International Dairy Journal* 18(7), 695-704. doi:10.1016/j.idairyj.2008.03.008.

-
- Sousa, B. G. A. (2020). Desenvolvimento de uma bebida láctea fermentada prebiótica e saborizada com graviola. *Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Agroindústria*. Universidade Federal do Sergipe, Sergipe.
- Thamer, K. G. & Penna, A. L. B. (2006) Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26(3), 589-595. <https://www.scielo.br/pdf/cta/v26n3/31761>.
- Tamine, A. Y. & Robinson, R. K. (2000) *Yoghurt: Science and technology*. London: Wood head Publishing Series in Food Science.
- Teixeira, L. V. (2009). Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes* 64(366), 12-21.
- Teixeira, V. Q.; Cortez, M. A. S.; Silva, C.; Plate, C. S. & Silva, A. (2005). Comercialização de produtos lácteos com a adição de soro de queijo e avaliação do conhecimento do consumidor em relação a essa adição. *In: Congresso Brasileiro de Higienistas de Alimentos*, 9, Búzios.
- Torrezan, R. (2012). Lácteos. *Tecnologia de Alimentos*, Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC). Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5gmye02wyiv80z4s473pvif4cr.html> . Acesso em 30 set. de 2020.
- Tsakali, E.; Petrotos, K. & Allessandro, A. D., (2010). A review on whey composition and the methods used for its utilization for food and pharmaceutical products. 6th Int. *Conf. Simul. Model. Food Bio-Industry*. FOODSIM 8.
- Wille, G. M. F. C.; Wille, S. A. C.; Koehler, H. S.; Freitas, R. J. S. & Haracemiv, S. M. C. (2004). Práticas de desenvolvimento de novos produtos alimentícios na indústria paranaense. *Revista FAE* 7(2), 33-45.

ANEXOS

ANEXO I: Produção de bebidas lácteas fermentadas







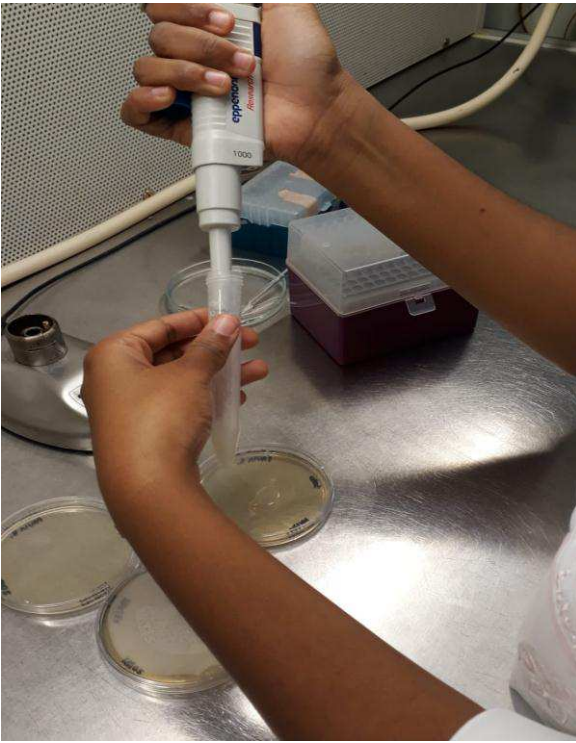


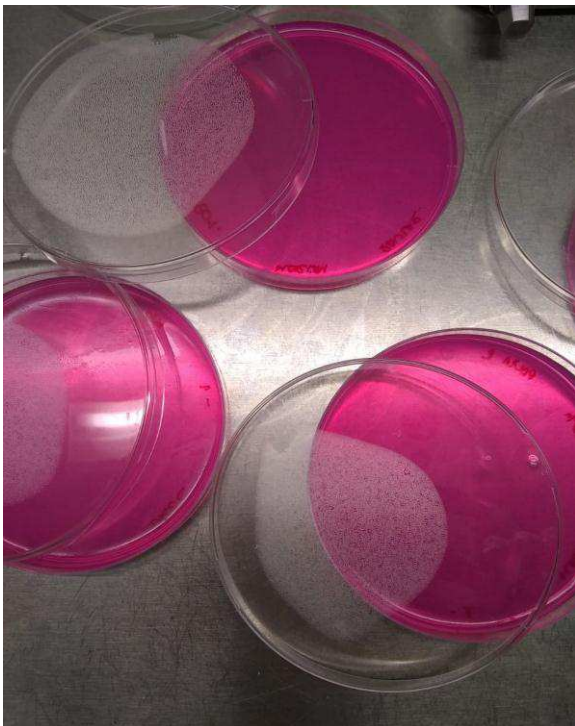




Produção das bebidas no Laboratório de Tecnologia Alimentar –IPB-ESA

ANEXO II: Análises microbiológicas das amostras





Realização de análises no Laboratório de Microbiologia –IPB-ESA

ANEXO III - Ficha de Avaliação Sensorial das Bebidas Lácteas Fermentadas (teste de aceitação)



TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome: _____

Sexo: () M () F

Idade: _____

Você está recebendo uma amostra codificada de bebida láctea fermentada. Siga as instruções a seguir para a realização do teste.

Instruções:

- Anote no traço indicado o código da amostra escrito no copo.
- Deverá beber água no início do teste e entre a prova das amostras.
- Coloque a amostra na boca e avalie quanto aos atributos mencionados **de acordo com a escala abaixo (9 pontos)**.

Extremamente

desagradável

1

2

3

4

5

6

7

Extremamente

agradável

8

9

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA: _____

COR:	SABOR:	TEXTURA:	IMPRESSÃO GLOBAL: