

SORO DE QUEIJO EM DOCE DE LEITE PASTOSO: AVALIAÇÃO SENSORIAL PARA O APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO COPRODUTO

CHEESE WHEY IN PASTE DULCE DE LECHE: SENSORY EVALUATION FOR SUSTAINABLE BYPRODUCT UTILIZATION

DOI: 10.65747/conali2025v2c14

Jannyza Lima Feijó Alves¹; Jemima Vieira Souza Nogueira²; Francilda Rodrigues Guimarães³; Geisa Almeida Damasceno⁴; Cláudio Gonçalves Paulino⁵; Sandra Maria Lopes dos Santos⁶

¹Discente do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos – FATEC Sertão Central; E-mail: 202220103423.jannyza@centec.org.br

²Tecnóloga em Alimentos – FATEC Sertão Central

³Laboratorista – FATEC Sertão Central

⁴Docente/pesquisadora do Eixo de Produção Alimentícia – FATEC Sertão Central

⁵Docente/pesquisador do Eixo de Produção Alimentícia – FATEC Sertão Central

⁶Docente/pesquisadora do Eixo de Produção Alimentícia – FATEC Sertão Central

Resumo: O soro de queijo, um coproduto lácteo abundante, representa um desafio ambiental devido ao seu descarte e uma oportunidade de valorização nutricional. Este trabalho visou desenvolver um doce de leite pastoso utilizando soro de queijo coalho, com foco na facilidade de reprodução por pequenos produtores de Quixeramobim-CE e na ausência de conservantes químicos. Para isso, foram desenvolvidas quatro formulações elaboradas com diferentes proporções de substituição do leite por soro (T0: 100% leite; T1: 50% leite e 50% soro; T2: 25% leite e 75% soro e; T3 - 100% soro). Após o desenvolvimento das formulações e avaliação microbiológica das mesmas, estas foram submetidas à análise de aceitação sensorial e de intenção de compra. As análises microbiológicas das matérias-primas (leite e soro) e dos produtos finais (doces pastosos) confirmaram a segurança para consumo. Os resultados sensoriais indicaram que a formulação controle (T0) obteve a maior aceitação geral. No entanto, a amostra T1 demonstrou aceitação sensorial e intenção de compra estatisticamente semelhantes à amostra controle, o que a torna uma alternativa altamente promissora. As formulações T2 e T3 apresentaram menor aceitação, com a T3 sendo impactada negativamente por alterações de textura (cristalização) e sabor (salgado), conforme relatado pelos provadores. Conclui-se que a substituição de até 50% do leite por soro de queijo é uma estratégia viável para a produção de doce de leite pastoso. Esta abordagem contribui significativamente para a sustentabilidade ambiental, a valorização de coprodutos e o desenvolvimento de produtos inovadores e economicamente acessíveis para a cadeia de pequenos produtores de laticínios.

Palavras-chave: economia circular; pequena escala; rejeito; coproduto lácteo; valorização

Abstract: Cheese whey, an abundant dairy by product, presents an environmental challenge due to its disposal and an opportunity for nutritional valorization. This study aimed to develop a paste dulce de leche using cheese whey, focusing on easy reproducibility by small producers in Quixeramobim-CE and the absence of chemical preservatives. For this purpose, four formulations were developed with different proportions of milk substituted by whey (T0: 100% milk; T1: 50% milk and 50% whey; T2: 25% milk and 75% whey; and T3 - 100% whey). After the development of the formulations and their microbiological evaluation, these were submitted to sensory acceptance and purchase intention analyses. Microbiological analyses of both raw materials (milk and whey) and final products (paste dulces de leche) confirmed their safety for consumption. Sensory results indicated that the control formulation (T0) achieved the highest overall acceptance. However, sample T1 demonstrated sensory acceptance and purchase intention statistically similar to the control sample, making it a highly promising alternative. Formulations T2 and T3 showed lower acceptance, with T3 being negatively impacted by texture alterations (crystallization) and flavor (salty taste), as reported by the panelists. It is concluded that replacing up to 50% of milk with cheese whey is a viable strategy for producing paste dulce de leche. This approach significantly contributes to environmental sustainability, byproduct valorization, and the development of innovative and economically accessible products for the small dairy producer chain.

Keywords: circular economy; dairy byproduct; small-scale production; valorization; waste

INTRODUÇÃO

A atividade leiteira tem grande importância no estado do Ceará, tanto para pequenos quanto para os grandes produtores. Os três municípios com maior produção de leite no Estado são Morada Nova (107.674.000 litros), Quixeramobim (73.256.000 litros) e Iguatu (511.00.000 litros) (1). Parte desta produção é destinada à fabricação de derivados lácteos, como o queijo coalho.

O queijo coalho é um queijo não maturado, produzido com leite integral pasteurizado e obtido através da coagulação enzimática pela ação do coalho (2; 3). Durante seu processo produtivo é gerado um volume considerável de soro de queijo, que representa cerca de 85 a 95% do volume inicial do leite (4). Apesar de ser rico em proteínas de alto valor biológico, lactose, vitaminas e minerais, o soro é frequentemente descartado de forma inadequada, causando sérios impactos ambientais devido à sua alta carga orgânica, ou subutilizado (5).

A subutilização deste soro por parte das pequenas e médias indústrias de laticínios, se deve, entre outros motivos, à impossibilidade de realizar os investimentos necessários para a sua valorização, tais como, aquisição de equipamentos e estrutura para processá-lo (6).

Nesse contexto, a busca por alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para o aproveitamento do soro nas pequenas e médias queijarias da região de Quixeramobim - CE, torna-se uma necessidade urgente. Um levantamento recente realizado na própria cidade (7), que buscou identificar e caracterizar as queijarias locais, revelou que, embora parte do soro gerado diariamente já seja utilizado para a produção

de nata destinada ao consumo humano, uma grande porção desse volume é ainda destinada à ração animal ou, de forma preocupante, descartada diretamente na natureza.

Na busca por alternativas de valorização para este coproduto, o doce de leite destaca-se como um produto lácteo tradicional e amplamente consumido no Brasil, com potencial para incorporar ingredientes inovadores. A sua formulação, que tradicionalmente utiliza leite e açúcar, pode ser adaptada para incluir o soro, agregando valor nutricional e ambiental ao produto final (8; 9; 10; 11; 12).

Embora o potencial de valorização do soro em produtos lácteos seja reconhecido, a literatura ainda carece de estudos que avaliem de forma detalhada a aceitação sensorial e intenção de compra de doces de leite pastosos elaborados com diferentes proporções de substituição do leite por soro de queijo. Compreender como os consumidores percebem essas alterações é crucial para o desenvolvimento de formulações inovadoras e comercialmente atrativas.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver doce de leite pastoso utilizando diferentes concentrações de soro de queijo coalho, com foco na facilidade de reprodução por pequenos produtores de Quixeramobim-CE e na ausência de conservantes químicos, bem como avaliar a aceitação sensorial e a intenção de compra, frente à percepção de um grupo de 48 consumidores.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa desenvolvida no presente trabalho trata-se de um estudo experimental e transversal de natureza qualitativa e quantitativa (13).

Material

Para a elaboração dos doces de leite foram utilizados os seguintes ingredientes: soro de queijo, leite comercial pasteurizado, açúcar e bicarbonato de sódio. O soro de queijo foi gentilmente doado pelo Laticínio Terra Conquistada instalado em Quixeramobim - CE, enquanto os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

Produção dos doces

A produção dos doces de leite pastosos foi realizada no laboratório de laticínios da FATEC Sertão Central. A formulação controle, denominada T0 (0% soro), foi desenvolvida com base na metodologia proposta por Vieira e Lourenço Júnior (14), com adaptações (Figura 1). Para otimizar a aceitabilidade sensorial, um processamento preliminar e a avaliação por cinco provadores não treinados indicaram a necessidade de reduzir o teor de açúcar de 15% para 8% (m/m) em relação ao volume de leite.

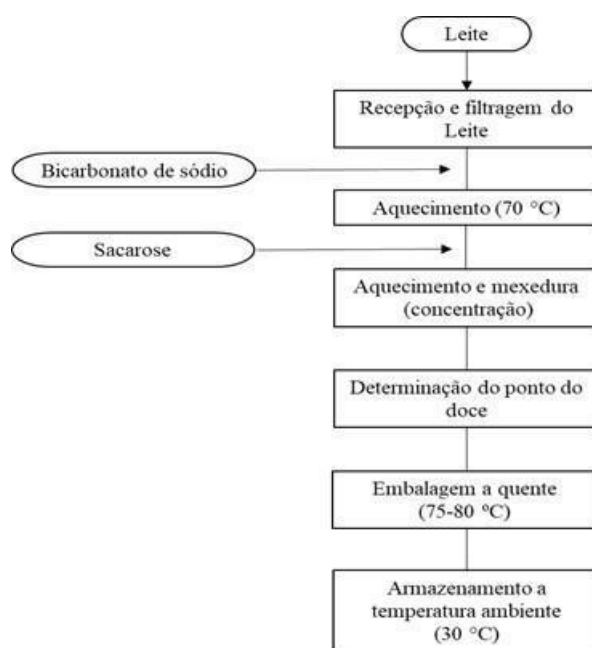


Figura 1 – Fluxograma de processamento do doce de leite pastoso

Fonte: Adaptado de Vieira e Lourenço Júnior (14)

Após a definição da formulação T0, o processamento das amostras seguiu rigorosamente as normas das Boas Práticas de Fabricação de Alimentos para higienização da área, bancadas e utensílios. O processo de cocção iniciou-se com a adição de bicarbonato de sódio ao leite, na proporção de 0,5% (m/v) para cada litro de leite, a fim de estabilizar o pH e evitar a coagulação durante a fervura. Esta mistura foi aquecida até atingir a temperatura de 70 °C, momento em que o açúcar foi adicionado na proporção de 8% (m/v) em relação ao volume de leite inicial. A mistura foi então mantida sob agitação constante por todo o período de cocção. O ponto final do doce de leite pastoso foi determinado empiricamente pelo “teste da gota fria”, no qual uma pequena quantidade do doce, ao ser depositada em um copo com água fria, não se desmanchou ou turvou a água. Adicionalmente, o ponto ideal foi confirmado pela obtenção de 75 °Brix, medidos por refratometria, caracterizando o teor de sólidos solúveis.

Em seguida, foram produzidas as demais formulações do doce de leite pastoso parcialmente substituído por diferentes concentrações de soro: T1 (50% soro e 50% leite), T2 (75% soro e 25% leite) e T3 (100% soro).

Todas as formulações foram produzidas em triplicata (três bateladas independentes) para compor as repetições do estudo. Contudo, duas repetições da formulação T2 (75% soro/25% leite) apresentaram crescimento fúngico durante o armazenamento, inviabilizando sua utilização na avaliação sensorial e o estudo com um número maior de provadores. Dessa forma, para a etapa de avaliação sensorial comparativa entre todas as formulações, foi selecionada uma única repetição de cada uma das quatro formulações (T0, T1, T2 e T3) que se encontravam em condições microbiológicas e sensoriais adequadas e seguras para consumo.

Análise microbiológica

A qualidade microbiológica do leite, do soro e dos doces produzidos foi avaliada no laboratório de microbiologia da FATEC Sertão Central.

Foram realizadas contagem de coliformes totais e termotolerantes, utilizando a técnica do Número Mais Provável (NMP/g); análise de fungos e leveduras utilizando o meio de cultura Ágar Batata Dextrose (BDA) em diluições de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} . Os resultados foram expressos em UFC/g (15).

Análise sensorial

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Regional do Cariri, sob o parecer de n. 6.694.421 de acordo com a Resolução nº466/2012 do Ministério da Saúde, referente a pesquisas envolvendo seres humanos (16). Os provadores assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A avaliação sensorial foi aplicada através de testes de aceitação e de intenção de compra, seguindo a metodologia recomendada por Dutcosky (17). Os testes ocorreram no laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Tecnologia CENTEC Sertão Central, em cabines individuais com iluminação controlada.

Participaram 48 provadores não treinados, recrutados aleatoriamente. Os provadores foram orientados sobre o procedimento do teste e cada um recebeu uma bandeja contendo aproximadamente 25 g de cada amostra (T0, T1, T2 e T3) em recipientes descartáveis, codificadas com códigos de três dígitos aleatórios. As amostras foram servidas a aproximadamente 30 °C e a ordem de apresentação foi balanceada para minimizar efeitos de fadiga ou ordem. Os provadores avaliaram as amostras utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 5 = nem gostei, nem desgostei e 9 = gostei muitíssimo) para os atributos de aparência, cor, odor, textura, sabor e impressão global. Adicionalmente, a intenção de compra foi avaliada por meio de uma escala de 5 pontos (1 = certamente não compraria; 5 = certamente compraria).

Análise estatística

Os resultados obtidos no teste de aceitação e de intenção de compra foram tabulados e analisados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Statística 7.0 (18).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises microbiológicas das matérias-primas, leite e soro (Tabela 1), indicaram a segurança dos ingredientes para a elaboração dos doces de leite. Para o leite, a contagem de coliformes totais foi inferior a 3 NMP/g, e houve ausência de coliformes termotolerantes, *E. coli* e fungos. O soro apresentou uma contagem de 15 NMP/g para coliformes totais, mas também ausência de coliformes termotolerantes, *E. coli* e fungos. Esses resultados demonstram a qualidade sanitária inicial das matérias-primas antes do processamento.

Tabela 1 – Resultado da análise de coliformes e fungos das matérias-primas (Leite e Soro)

Amostras	Coliformes totais NMP/g	Coliformes termotolerantes NMP/g	E. coli NMP/g	Fungos UFC/g
Leite	<3	Ausência	Ausência	Ausência
Soro	15	Ausência	Ausência	Ausência

Legenda: NMP = Número Mais Provável; UFC = Unidade Formadora de Colônia

Fonte: Autores, 2025

As análises microbiológicas das quatro formulações de doce de leite (T0, T1, T2 e T3) que foram submetidas à avaliação sensorial confirmaram a segurança e adequação para o consumo humano, em conformidade com a legislação vigente com contagem de coliformes totais inferior a 3 NMP/g e ausência de coliformes termotolerantes, *E. coli* e fungos (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultado da análise de coliformes e fungos dos doces de leite pastosos servidos na análise sensorial

Amostras	Coliformes totais NMP/g	Coliformes termotolerantes NMP/g	E. coli NMP/g	Fungos UFC/g
T0	<3	Ausência	Ausência	Ausência
T1	<3	Ausência	Ausência	Ausência
T2	<3	Ausência	Ausência	Ausência
T3	<3	Ausência	Ausência	Ausência

Dados: T0 = Amostra controle (0% de soro); T1 = Doce com 50% de soro e 50% de leite; T2 = Doce com 75% de soro e 25% de leite; e T3 = Doce com 100% de soro. Legenda: NMP = Número Mais Provável; UFC = Unidade Formadora de Colônia

No que diz respeito à análise sensorial, foi possível observar que a amostra T0 (controle, 0% soro) obteve a maior média para impressão global (7,29), sendo estatisticamente superior à amostra T2 (75% soro) e T3 (100% soro) (Tabela 3).

Tabela 3 – Aceitação de amostras de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de soro (Média ± desvio padrão)*

Amostr a	Impressão global	Aparência	Cor	Odor	Textura	Sabor
T0	7,29 ± 1,84 _a	7,35 ± 1,83 _a	7,35 ± 1,79 _a	7,04 ± 1,87 _a	7,06 ± 1,93 _a	6,96 ± 2,42 _a
T1	6,50 ± 1,89 _{ab}	6,44 ± 2,09 _{ab}	6,69 ± 2,07 _{ab}	6,75 ± 1,96 _a	5,98 ± 2,41 _{ab}	6,60 ± 2,36 _{ab}
T2	6,10 ± 2,16 _b	6,25 ± 2,14 _b	6,20 ± 2,09 _b	6,63 ± 1,89 _a	6,44 ± 2,16 _{ab}	6,25 ± 2,26 _{ab}
T3	5,96 ± 1,99 _b	6,46 ± 1,56 _{ab}	6,88 ± 1,52 _{ab}	6,65 ± 1,83 _a	5,33 ± 2,21 _b	5,58 ± 2,37 _b

Dados: T0 = Amostra controle (0% de soro); T1 = Doce com 50% de soro e 50% de leite; T2 = Doce com 75% de soro e 25% de leite; e T3 = Doce com 100% de soro. *Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A amostra T1 (50% soro) não diferiu estatisticamente da amostra T0, indicando que a substituição de 50% do leite por soro não comprometeu significativamente a impressão global do produto.

As amostras T2 (75% soro) e T3 (100% soro) apresentaram as menores médias e foram estatisticamente inferiores à amostra T0, sugerindo que concentrações muito elevadas de soro podem impactar negativamente a aceitação geral. No entanto, é importante notar que suas médias ainda estão acima de 5,0 (nem gostei nem desgostei), indicando que não houve rejeição total.

No que se refere aos atributos aparência e Cor, a amostra T0 (controle) obteve as maiores médias de aceitação. Para a Aparência, é notável que a amostra T0 não apresentou diferença estatística significativa em relação às formulações T1 (50% soro) e T2 (75% soro), mas diferiu significativamente da amostra T3 (100% soro). Este resultado sugere que a aparência do doce de leite é um atributo relativamente menos sensível à substituição parcial do leite por soro em concentrações moderadas (até 75%), indicando que as alterações visuais nessas proporções podem não ser percebidas como um fator de rejeição pelos consumidores. Contudo, a substituição total do leite por soro (T3) resultou em uma aparência distintamente menos aceita, o que pode estar relacionado a modificações mais drásticas na opacidade, brilho ou homogeneidade do produto, possivelmente devido à maior concentração de sólidos do soro e à ausência de caseínas do leite. Essa observação está de acordo com estudos anteriores, como o de Vilela *et al.* (10), que ao avaliarem doces de leite pastosos com concentrações de soro variando entre 16,67% e 58,33%, também reportaram que concentrações

superiores a 50% de soro interferiram negativamente na aparência percebida pelos provadores.

Similarmente, para o atributo Cor, a amostra T0 não diferiu estatisticamente de T1 e T2, mas apresentou diferença significativa em relação à T3. Este achado sugere que a cor da amostra T3 foi percebida de forma distinta pelos provadores, provavelmente com uma tonalidade ou intensidade que se desviou do padrão esperado para o doce de leite tradicional. A cor do doce de leite é influenciada principalmente pelas reações de Maillard e caramelização durante o cozimento, que dependem da concentração de açúcares redutores (como a lactose do soro) e proteínas (19). A alta concentração de lactose e diferentes tipos de proteínas no soro em comparação com o leite integral podem ter alterado a cinética dessas reações, resultando em uma cor menos desejável ou diferente na formulação T3. Isso reforça que, embora o soro possa ser incorporado em níveis intermediários sem grande impacto na cor, sua utilização em 100% pode levar a características visuais que afetam a aceitação do consumidor.

Para Odor, não houve diferença estatística significativa entre nenhuma das amostras. Todas as formulações foram bem aceitas neste atributo, com médias acima de 6,6. Isso é um ponto positivo para as formulações com soro, indicando que o soro não introduziu odores indesejáveis que pudessem comprometer a aceitação.

A Textura da amostra T0 (controle) foi a melhor avaliada (7,06), sendo estatisticamente superior à amostra T3 (100% soro). As amostras T1 (50% soro) e T2 (75% soro) não diferiram estatisticamente da amostra T0, mas a amostra T3 (100% soro) foi significativamente inferior. Os provadores relataram que a arenosidade percebida no doce T3 tornava sua textura desagradável, o que impactou negativamente sua aceitação.

A característica arenosa deve-se à cristalização da lactose. Este dissacarídeo, naturalmente concentrado no soro durante a produção do queijo, atinge um estado de supersaturação na formulação do doce devido à intensa concentração no processo de cocção, que reduz o volume inicial em cerca de 2,5 vezes. Nessas condições, a baixa solubilidade da lactose, em conjunto com a presença de sacarose, a agitação e o resfriamento favorecem a formação de cristais (20; 21). Este não é um processo imediato. As amostras foram avaliadas sensorialmente somente 20 dias após sua produção, quando saiu o resultado da análise microbiológica. Acredita-se que tenha ocorrido mais rapidamente na amostra T3 devido à maior concentração de soro (100%) em seu preparo.

O Sabor da amostra T0 (controle) foi o melhor avaliado (6,96), sendo estatisticamente superior à amostra T3 (100% soro), para a qual, os provadores frequentemente relataram um sabor salgado, o que contribuiu para sua menor aceitação global.

A presença de um sabor levemente salgado nas formulações de doce de leite com substituição do leite por soro de queijo pode ser atribuída à composição físico-química do soro utilizado. O soro de queijo, especialmente o proveniente do queijo coalho, possui teores residuais de sais minerais, como cálcio, cloreto de sódio, fósforo e potássio, oriundos das etapas de coagulação e salga do leite durante a fabricação do queijo (22). Esses sais permanecem no soro mesmo após o processo de drenagem e podem contribuir sensorialmente para a percepção de salinidade no produto final. Além disso, a substituição parcial ou total do leite por soro pode reduzir a concentração de componentes que conferem doçura e suavidade ao produto, como a lactose e a gordura

láctea, o que favorece o destaque dos sabores salinos. A relação entre o teor de sólidos solúveis e o teor de sal pode não ter sido suficiente para mascarar o sabor salgado, o que justifica a percepção sensorial observada pelos avaliadores. Já existem, inclusive alguns estudos utilizando o permeado do soro, o líquido remanescente após a ultrafiltração do soro do leite, que sugerem a utilização desse coproduto como substituto do sal (23; 24; 25).

A intenção de compra é um indicador direto da aceitação do produto no mercado. Sendo assim, foi observado que a amostra T0 (controle, 0% soro) obteve a maior média de intenção de compra (4,06), sendo estatisticamente superior às amostras T2 (75% soro) e T3 (100% soro) (Tabela 4). Isso é esperado, por se tratar da formulação tradicional.

Tabela 4 – Intenção de compra das amostras de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de soro

Amostra	Intenção de compra (\pm SD)
T0	4,06 \pm 1,26 ^a
T1	3,56 \pm 1,43 ^{ab}
T2	3,13 \pm 1,31 ^b
T3	2,92 \pm 1,35 ^b

Dados: T0 = Amostra controle (0% de soro); T1 = Doce com 50% de soro e 50% de leite; T2 = Doce com 75% de soro e 25% de leite; e T3 = Doce com 100% de soro. *Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: Autores, 2025

A amostra T1 (50% soro) não diferiu estatisticamente da amostra T0, o que é um resultado muito promissor. Isso indica que os consumidores teriam uma probabilidade similar de comprar o doce com 50% de soro em comparação com o tradicional.

As amostras T2 (75% soro) e T3 (100% soro) apresentaram médias significativamente menores que a amostra T0, e não diferiram estatisticamente entre si. Suas médias (2,92 e 3,13) indicam uma indecisão ou menor probabilidade de compra, mas ainda não uma rejeição total.

A formulação T1 (50% soro / 50% leite) se destacou por apresentar resultados de aceitação sensorial e intenção de compra estatisticamente semelhantes à amostra controle para a maioria dos atributos e para a intenção de compra. Isso é um achado extremamente relevante, pois sugere que é possível substituir até 50% do leite por soro sem comprometer a aceitabilidade do produto final pelo consumidor.

As formulações com maior teor de soro, T2 (75% soro / 25% leite) e T3 (100% soro), embora tenham apresentado médias de aceitação ligeiramente inferiores e

intenção de compra menor que a amostra controle, ainda obtiveram notas que indicam que não foram totalmente rejeitadas. A diferença estatística em alguns atributos (como impressão global, textura e sabor para a amostra T2) sugere que o aumento da concentração de soro além de 50% pode começar a alterar características sensoriais percebidas pelos consumidores.

Apesar dos desafios na formulação com 100% de soro (como o crescimento fúngico em repetições e a menor aceitação sensorial), a viabilidade de incorporar até 50% de soro é um passo significativo para a sustentabilidade na indústria de laticínios. O aproveitamento de um coproduto que, de outra forma, seria descartado (com custos de tratamento e impacto ambiental), transformando-o em um produto de valor agregado, demonstra a viabilidade econômica dessa alternativa.

Estes achados corroboram a crescente relevância da busca por alternativas sustentáveis e economicamente viáveis para o aproveitamento do soro na indústria alimentícia, conforme discutido na introdução. A utilização do soro não apenas reduz o desperdício e o impacto ambiental, mas também pode gerar novas linhas de produtos e fontes de receita para os laticínios.

CONCLUSÕES

Este trabalho demonstrou a viabilidade de desenvolver um doce de leite pastoso utilizando soro de queijo, com foco na fácil reprodução por pequenos produtores e sem o uso de conservantes químicos. As análises microbiológicas confirmaram a segurança de todas as amostras. Sensorialmente, a formulação com 50% de substituição do leite por soro (T1) obteve aceitação e intenção de compra comparáveis ao doce de leite tradicional (T0), indicando um alto potencial comercial. Embora concentrações maiores de soro (75% e 100%) tenham apresentado menor aceitação, o estudo conclui que a incorporação de até 50% de soro é uma alternativa promissora para valorizar este coproduto, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a viabilidade econômica na produção de doces de leite.

Para dar continuidade a este estudo e ampliar seu impacto, sugere-se que trabalhos futuros foquem na otimização das formulações com maior teor de soro (75% e 100%) para aprimorar sua aceitação sensorial, além de investigar soluções para a estabilidade microbiológica e o aumento da vida de prateleira dos produtos sem conservantes. Adicionalmente, estudos de viabilidade técnica e econômica em maior escala, são essenciais para a implementação prática dos pequenos produtores, devendo ser complementados por uma caracterização nutricional mais aprofundada e por análises de aceitação com um público consumidor mais amplo, visando consolidar o doce de leite com soro como uma alternativa sustentável e valorizada.

AGRADECIMENTOS

Ao Laticínio Terra Conquistada, pela doação do soro de queijo coalho; à FUNCAP, pelas bolsas de iniciação científica concedidas às duas primeiras autoras; bem como à FATEC Sertão Central pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. IBGE. **Produção Pecuária Municipal - Quixeramobim**, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/quixeramobim/pesquisa/18/0?tipo=ranking&ano=2023&indicador=16559>. Acesso em: 17 jul. 2025.
2. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria do Desenvolvimento Agrário. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova o Regulamento técnico de identidade e qualidade de manteiga da terra ou manteiga de garrafa; queijo de coalho e queijo de manteiga. **Diário Oficial da União. Brasília**, 16 de julho de 2001.
3. QUEIROGA, R. C. R. E. *et al.* Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. **LWT – Food Science and Technology**, v. 50, p. 538-544, 2013.
4. GEIGER, B. *et al.* From by-product to valuable components: Efficient enzymatic conversion of lactose in whey using β -galactosidase from *Streptococcus thermophilus*. **Biochemical Engineering Journal**. v. 116, p. 45-53, 2016.
5. BUCHANAN, D. *et al.* Recent advances in whey processing and valorisation: Technological and environmental perspectives. **International Journal of Dairy Technology**, v. 76, n. 2, p. 291-312, 2023.
6. PIRES, A. F. *et al.* Dairy by-products: A review on the valorization of whey and second cheese whey. **Foods**, v. 10, n. 5, p. 1067, 2021.
7. ALVES, J. L. F. *et al.* Soro de queijo: Levantamento do destino dado a este resíduo em Quixeramobim. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DAS FACULDADES DE TECNOLOGIA CENTEC, 2., 2023, Quixeramobim. **Anais (...)**. Fortaleza: CENTEC, 2023.
8. JESUS, M. A. C. L. *et al.* Processamento e análises físico química, microbiológica e sensorial de doce de leite pastoso sem adição de açúcar e formulado com soro de leite. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 8, p. e8113846582-e8113846582, 2024.
9. GUERRA, C. R. A. *et al.* Utilização de soro de leite e amido na produção de doce de leite pastoso: rendimento, composição, perfil de textura, viscosidade e avaliação

sensorial de aceitação. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 75, n. 1, p. 1-9, 2020.

10. VILELA, M. E. *et al.* Avaliação sensorial e físico-química de doce de leite pastoso contendo diferentes concentrações de soro de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 75, n. 1, p. 22-33, 2020.

11. MENESES, V. P. *et al.* Qualidade físico-química, microbiológica e sensorial de doce pastoso à base de soro fresco de leite e em pó. **Global Science & Technology**, v. 12, n. 2, 2019.

12. CURVELLO, B. Q.; VILAR, J. S. Avaliação sensorial do doce de leite elaborado com soro de leite. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 3, p. 299-303, 2013.

13. CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

14. VIEIRA, L. C.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B. Tecnologias de fabricação dos doces de leite pastoso em tabletes. **Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico**, v. 111, 2004.

15. SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

16. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, nº 12, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59.

17. DUTCOSKY, S. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011.

18. STATSOFT, I. N. C. **Statistica for Windows** (Computer program manual). Tulsa, OK, v. 7.0, 2007.

19. SANTOS, H. N.; TONIETTO, J. M.; NEVES, K. V. G. **Análises físico-química, sensorial e microbiológica de doce de leite de coco com substituição de sacarose por edulcorantes**. 2021. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Técnico

em Química). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Escola Técnica Estadual - ETEC-Trajano Camargo, Limeira, 2021.

20. KLEIN, M. P.; JONG, E. V.; RÉVILLION, J. P. P. Use of β -galactosidase in milk sweet: avoiding lactose crystallization. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 1530-1535, 2010.

21. MACHADO, L. M. P.; VIOTTO, W. H. Estudo sobre a cristalização da lactose em doce de leite pastoso elaborado com diferentes concentrações de soro de queijo e amido de milho modificado. **Revista Ciência e Cultura**, v. 2, n. 2, p. 69-74, 2007.

22. ANTUNES, A. J. **Funcionalidade de proteínas do soro de leite bovino**. Barueri: Manole, 2003. 135 p.

23. O'DONOGHUE, L. T.; MURPHY, E. G. Nondairy food applications of whey and milk permeates: Direct and indirect uses. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 22, n. 4, p. 2652-2677, 2023.

24. SMITH, S. T.; METZGER, L.; DRAKE, M. A. Avaliação de soro de leite, leite e permeados deslactosados como substitutos do sal. **Journal of Dairy Science** 99 (11), 8687-8698. (2016).

25. FRANKOWSKI, K. M.; MIRACLE, R. E.; DRAKE, M. A. The role of sodium in the salty taste of permeate. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 9, p. 5356-5370, 2014.