REVISTA
DO INSTITUTO DE LATICÍNIOS CÂNDIDO TOSTES
v. 77, n. 1, jan-mar 2022

Revisão DOI: 10.14295/2238-6416.v77i1.873

O LEITELHO E SUA UTILIZAÇÃO PELA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Buttermilk and its use by the food industry

Ezequiel Luiz Machado[1], Gaspar Dias Monteiro Ramos[1], Veridiana de Carvalho Antunes[1]*

RESUMO

O setor lácteo brasileiro responde por uma parcela significativa na economia nacional, suprindo o mercado interno e externo com uma grande variedade de produtos, e consequentemente gerando resíduos. Destes se destacam o leitelho, gerado no processamento da manteiga, na etapa de batimento do creme, e com maior potencial poluidor que o soro. Por isso, a indústria busca alternativas para a sua utilização como coproduto. O leitelho apresenta em sua composição características tecnológicas e funcionais que o torna um excelente ingrediente a ser aproveitado pela indústria. Devido a isso, realizou-se neste trabalho um levantamento teórico e elaborou-se um resumo a respeito das aplicações envolvendo leitelho em diferentes produtos. As informações foram coletadas com base em artigos, teses e dissertações dos últimos 15 anos utilizando descritores em inglês e português. Após a seleção preliminar, uma análise mais profunda foi realizada com o objetivo de selecionar apenas aquelas pesquisas que apresentavam resultados sensoriais, físico-químicos e tecnológicos decorrentes do uso do leitelho. Os resultados mostraram que é possível a aplicação do leitelho em alimentos como pães, e diversos derivados lácteos como iogurte, leite fermentado, queijos, sorvete e outros. O efeito no aspecto sensorial varia muito em relação a concentração de leitelho utilizada e quase sempre é observado incremento de cálcio, proteínas e compostos funcionais juntos da adição. Ficou comprovado também a possibilidade de uso para microencapsulação de óleos para formulações infantis. Conclui-se que o leitelho pode ser explorado pela indústria de alimentos para diferentes fins, contribuindo de forma positiva com o meio ambiente.

Palavras chaves: coproduto; soro de manteiga; panificação; derivado lácteo.

---

1 Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro, *Campus* Valença, Rua Voluntários da Pátria, 300, Bairro Belo Horizonte, 27600-000, Valença, RJ, Brasil. E-mail: veridana.antunes@cefet-rj.br

*Autor para correspondência

Recebido / Received: 22/06/2021
Aprovado / Approved: 10/08/2021

ABSTRACT

The Brazilian dairy sector accounts for a significant portion of the national economy, supplying the domestic and foreign markets with a wide variety of products and consequently generating waste. Among these stand out the buttermilk, generated in the processing of butter during the whipping of the cream and with a greater polluting potential than the whey. Therefore, the industry is looking for alternatives to use these as co-products. Buttermilk presents the composition, technological and functional characteristics that make it an excellent ingredient to be used by the industry. Due to this, a theoretical survey was carried out in this work and a summary was elaborated regarding the applications involving buttermilk in different products. The information was collected based on articles, theses, and dissertations from the last 15 years using descriptors in English and Portuguese. After the preliminary selection, a more in-depth analysis was carried out to select only those surveys that presented sensory, physical-chemical, and technological results related to the use of buttermilk. The results showed that it is possible to apply in foods such as bread and various dairy products such as yogurt, fermented milk, cheeses, ice cream, and others. The effect on the sensory aspect varies a lot in relation to the concentration of buttermilk used and the increase in calcium, proteins, and functional compounds together with the addition are almost always observed. It also proves the possibility of use for the composition of microencapsulation of oils for infant formulations. It is concluded that buttermilk can be explored by the food industry for different purposes, contributing positively to the environment.

Keywords: co-product; butter serum, bakery, dairy product.

INTRODUÇÃO

O leitelho é um coproduto resultante do processamento da manteiga em que na etapa de batedição do creme a uma certa temperatura, ocorre o rompimento de tensões responsáveis por manter o equilíbrio na mistura, provocando a aglomeração de glóbulos de gordura com eliminação de um líquido conhecido também pelo nome de soro de manteiga ou sabonata.

Devido a esse rompimento dos glóbulos, verifica-se que o leitelho apresenta sete vezes mais fosfolipídios que o leite integral. Por outro lado, o leitelho também é pelo menos duas vezes mais poluidor que o soro, o que ressalta a necessidade de alternativas para sua utilização e aproveitamento (SILVA *et al*., 2010).

Apresenta composição parecida com a do leite desnatado e se destaca pelo elevado teor de fosfolipídio, entretanto, em grande parte das unidades beneficiadoras o leitelho é pouco aproveitado e descartado de forma indevida em cursos d'agua (COSTA, 2008).

Dados da CONAB mostraram que até 2025 a produção de manteiga será elevada na casa das 95,19 mil toneladas, um crescimento de 8% em relação ao ano de 2017, representando aumento de 1% ao ano. Considerando o volume de leitelho, gerado na mesma proporção de manteiga, fica claro a necessidade de medidas a serem adotadas para combater o descarte indevido desse coproduto (CONAB, 2017).

A utilização do leitelho na forma líquida é a que se destaca quando o assunto é sua incorporação em alguma formulação ou preparo alimentício. Entretanto, o surgimento de técnicas de secagem apropriadas possibilitou a disponibilização desse coproduto em forma de pó, o que torna sua utilização mais cômoda pela facilidade de armazenamento e transporte.

Atualmente a preocupação com uma alimentação saudável, cada vez mais tem ganhado a atenção de muitos no mundo. Junto a isso, cresceu também a busca por alimentos produzidos por fontes que não agridam o ambiente ou que não causem danos a médio e longo prazo. O aproveitamento de re-

síduos surge como uma possibilidade para o desenvolvimento de novos produtos e emprego em formulações mais saudáveis, além de proporcionar maior rendimento e diminuir custos (JULIANO *et al.*, 2015).

Esse artigo teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico das aplicações envolvendo o leitelho em diferentes alimentos. Além disso, indicar melhores alternativas de sua utilização e disponibilizar conhecimento que poderá ser usado em pesquisas futuras.

METODOLOGIA

A pesquisa foi elaborada pelo método de revisão narrativa, uma metodologia amplamente conhecida no meio acadêmico, em que o objetivo é fazer o levantamento e análise crítica a respeito das informações disponíveis na literatura sobre o aproveitamento do leitelho na indústria de alimentos.

Para o levantamento bibliográfico, foram selecionadas teses, artigos científicos, monografias e periódicos originais nas plataformas Google Acadêmico, portal CAPES, Science Direct e Scielo. A escolha dos trabalhos foi feita inicialmente levando em conta o ano de publicação, em que apenas os publicados entre 2005 e 2020 permaneceram na pesquisa. As palavras-chave utilizadas foram: leitelho, soro de manteiga, sabonata e *buttermilk*.

Em seguida, uma análise foi realizada com o intuito de destacar os trabalhos que se relacionavam com os objetivos propostos daqueles cuja área de pesquisa não se relacionava com a aplicação em alimentos ou o aproveitamento do resíduo.

Utilizou-se trabalhos que apresentavam resultados validados através de análise sensorial, pois dessa forma seria possível mensurar o grau de aceitação frente a consumidores. Outro fator importante foi as alterações físico-químicas e/ou tecnológicas promovidas pelo leitelho nos alimentos, como mudanças na composição, consistência e coloração.

Dos 43 trabalhos inicialmente selecionados, apenas 27 permaneceram na pesquisa. A partir dos trabalhos remanescentes, procedeu-se a análise completa de cada um, destacando os pontos de interesse para a elucidação dos questionamentos propostos.

COMPOSIÇÃO DO LEITELHO

No processamento da manteiga, a etapa de batimento do creme de leite faz com que a membrana do glóbulo de gordura presente no creme se rompa, liberando triglicerídeos e ocasionando a separação de uma fase aquosa (WALSTRA *et al.,* 2006).

Essa fase aquosa, que recebe o nome de leitelho ou soro de manteiga, arrasta alguns componentes hidrossolúveis do creme, como exemplo minerais, proteínas, lactose, proteínas do soro, pequena fração de caseína e parte de componentes da membrana do glóbulo de gordura rompida durante a agitação, apresentados na Tabela 1 (COSTA, 2008; RIGUEIRA, 2006). Por isso, o leitelho apresenta elevado teor de fosfolipídios, o que o torna um excelente emulsificante e ingrediente funcional (CORREDIG; DALGLEISH, 1998; ELLING *et al.*, 1996).

A produção de leitelho é similar à de manteiga, sendo produzidas 97 mil toneladas de manteiga em 2016 (GOMES *et al*., 2017). Podendo apresentar carga poluidora duas vezes maior que o soro (SILVA *et al*., 2010). Por apresentar elevado teor de matéria orgânica, o valor de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) deste coproduto é alto, o que o torna um possível consumidor de oxigênio quando lançado de forma indevida nos leitos aquáticos (GONZALES *et al.*, 2009).

APLICAÇÕES DO LEITELHO

A possibilidade de utilização do leitelho em diferentes alimentos é um fator que tem impulsionado diversas pesquisas no mundo acadêmico. O leitelho apresenta em sua composição características tecnológicas e funcionais que podem ser exploradas pela indústria alimentícia, contribuindo com a diminuição da poluição dos cursos de rios e agregando valor a diversos alimentos. A presença de membrana do glóbulo de gordura do leite faz com que esse coproduto apresente características de emulsificação, ideal para o uso em alimentos que demandem uma estabilidade a determinadas condições (COSTA, 2008).

A aplicação do leitelho em alimentos é facilitada, porque, como já visto, sua composição se assemelha ao leite desnatado. Por isso, ele é usado

em diversos produtos lácteos: bebidas fermentadas e não fermentadas, fabricação de *Kefir*, sorvetes e ricota. Podendo também ser utilizado em panificação e até mesmo em bebidas carbonatadas (SHAIKH; RATHI, 2009).

Pesquisadores também demonstram seu potencial em processos de microencapsulação de ômega 3 e na obtenção de ingredientes específicos da membrana do glóbulo de gordura do leite – MGGL (ZHANG *et al*., 2020), assim como os fosfolipídios que apresentam características anticarcinogênicas e prevenção de infecções, além de participar de reações vitais ao organismo humano (COSTA, 2008).

Tabela 1 – Composição centesimal média do leitelho

Componentes	Teor (%)
Umidade	93,95
Cinzas	0,34
Sólidos totais	4,34-6,04
Lipídeos	0,40-0,67
Proteínas	1,76 -3,39
Lactose	1,57
Colesterol	3,74
Fosfolipídios	0,014-0,23

*Fonte: valores compilados de Rigueira (2006), Monteiro; Gomes (2018), Lemos *et al*. (2018).

PRODUTOS LÁCTEOS

Leites fermentados

O *buttermilk* é um leite fermentado produzido com leitelho ou leite desnatado. No Brasil, seu consumo não é muito comum, porém em países europeus e nos Estados Unidos a bebida é bastante apreciada. A versatilidade que o coproduto da indústria de manteiga apresenta, possibilita a combinação de diferentes ingredientes a fim de agregar valor à bebida e diminuir desperdícios de produção. Uma formulação de *buttermilk* foi elaborada com adição da farinha de banana verde saborizada com goiaba com o intuito de avaliar sua aceitação sensorial, determinar sua validade comercial e estabilidade (SANTOS *et al*., 2015).

Na análise sensorial o atributo sabor foi o mais bem avaliado com média de 6,42, o que apresenta semelhança com resultados obtidos para outros *buttermilk* saborizados, como por exemplo sabor morango. A presença da goiaba no *buttermilk* foi bem aceita pelos provadores, tendo impacto positivo nos atributos aroma e cor. A textura foi o atributo com menores notas, mas com média superior ao elaborado por Antunes *et al.* (2012). Além disso, a farinha de banana verde não foi detectada na bebida, já que 100% dos avaliadores não relacionaram a textura com o aspecto arenoso. O índice de aceitação médio foi de 74,3% e cerca de 88,3% demonstraram interesse de compra (SANTOS *et al*., 2015).

Bebida láctea

O leitelho pode ser usado na elaboração de bebidas lácteas fermentadas ou não. Uma das estratégias adotadas para utilização do leitelho é a combinação com diferentes ingredientes a fim de atender diferentes paladares e ao mesmo tempo, explorar os sabores do Brasil (PFRIMER, 2018).

Com esse objetivo, autores avaliaram a adição de leitelho e polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*) na fabricação de bebida láctea, proporcionando uma alternativa mais acessível e

ao mesmo tempo nutritiva, além de agregar valor a fruta típica do cerrado brasileiro (PFRIMER, 2018).

Para isso, trabalhou-se com três variáveis: porcentagem de leite, porcentagem de mistura soro/leitelho e porcentagem de polpa de cagaita. Cada uma das sete formulações desenvolvidas foram alternando na quantidade de cada ingrediente empregado, sendo que, para o teor de soro/leitelho a variação entre as formulações foi de 30% a 44%. Após 14 dias de armazenamento, as formulações foram submetidas a análises para determinação do perfil físico-químico (PFRIMER, 2018).

A polpa de cagaita e a mistura soro/leitelho apresentaram elevado teor de umidade o que, consequentemente, refletiu em uma umidade superior a 80% em todas as formulações. O teor de proteína foi menor para as formulações com maiores concentrações de soro/leitelho, como era de se esperar, e isso impactou diretamente no visual do produto, visto que a estabilidade do gel formado foi menor, o que possibilitou maior sinérese (PFRIMER, 2018).

A análise sensorial realizada evidenciou a importância de se obter uma bebida homogênea e com gel firme e estável. As formulações com maior teor de leite apresentaram melhores notas no quesito consistência e aparência. Os resultados se aproximam aos dados presentes na literatura, uma vez que quanto maior o teor de soro na bebida, maior é a tendência de os provadores associarem com um produto "ralo" e de consistência não uniforme. A presença da polpa de cagaita fez o atributo aroma ser destacado nas formulações com menores teores da mistura soro/leitelho (PFRIMER, 2018).

Após todas as análises foi possível constatar que a formulação que melhor atendeu aos objetivos propostos foi a com 44% de mistura soro/leitelho, apresentando notas satisfatórias em todos os atributos e melhor custo benefício de produção, visto que 44% da formulação foi composta por coprodutos (PFRIMER, 2018).

Em muitos casos, o uso do leitelho pode ser combinado com ingredientes diversos, a fim de obter um produto de mais fácil assimilação por parte dos consumidores. Seguindo essa linha de raciocínio, Cavalari (2017) combinaram o coproduto com iogurte e adicionaram polpa de morango com o objetivo de produzir uma bebida fermentada de leitelho.

A formulação foi elaborada com 45,9% de leitelho e 45,9% de iogurte, a preparação da bebida consistiu na homogeneização de todos os ingredientes, que posteriormente foi levada a refrigeração (CAVALARI, 2017).

A bebida apresentou boa avaliação sensorial e intenção de compra considerável por parte dos provadores. Uma ressalva é feita em relação a textura, sendo considerada abaixo do ideal por Cavalari (2017).

Teixeira *et al*. (2020) combinaram leitelho e leite integral UHT no desenvolvimento de uma bebida sabor chocolate à base de leitelho e leite. A formulação, elaborada com 55% do coproduto e 33% de leite integral, foi testada sensorialmente e comparada com outras bebidas comerciais disponíveis no mercado.

Os resultados demonstraram que a bebida elaborada com leitelho obteve médias inferiores as líderes de mercado, entretanto permaneceu a frente da marca comercializada na região. A percepção do chocolate na bebida foi descrita como "ligeiramente menor que o ideal" por 47% dos provadores, assim como a doçura, indicada como "menor que o ideal" por 43% dos participantes (TEIXEIRA *et al*., 2020).

Tal fato refletiu na intenção de compra da bebida à base de leitelho, tendo apresentado menor média dentre todas as amostras. Vale destacar que grande parte dos provadores eram jovens, o que reflete em costumes alimentares baseados em alimentos com grande quantidade de açúcar, fator que pode ter influenciado as notas da bebida (TEIXEIRA *et al*., 2020).

Iogurte

Segundo Oliveira *et al*. (2019), a adição de leitelho em pó em formulações de iogurte pode causar alterações físico-químicas no produto final. Estes autores testaram quatro níveis de adição, sendo a R1 com 0% de adição (controle), R2 com 1,26%, R3 com 2,28% e R4 com adição de 3,12%. Na etapa

de fermentação foram realizadas medições a cada 1 hora para análise de tamanho de partículas e essa etapa foi encerrada quando o valor de pH de todas as formulações atingiu 4,6. Os iogurtes foram analisados quanto a textura, viscosidade e consistência com 21 e 42 dias (OLIVEIRA *et al*., 2019).

Os resultados evidenciaram que a viscosidade não apresentou mudanças significativas, independente do teor de leitelho adicionado. Quanto a textura, as primeiras análises realizadas 21 dias após a fabricação indicaram que as formulações R1 e R2 foram as que apresentaram maior valor de dureza. Após 42 dias de armazenamento a formulação controle foi a que apresentou maior dureza em comparação com as demais (OLIVEIRA *et al*., 2019).

Queijo Cheddar

O uso do leitelho em queijos com o objetivo de avaliar as alterações físico-químicas, sensoriais e tecnológicas foi testado por Hickey *et al*. (2018) de diferentes formas, fortificando o leite a ser utilizado e aplicando em forma de pó, diretamente na coalhada na hora da salga.

Quatro formulações foram testadas, sendo uma de queijo cheddar definida como controle. A segunda formulação foi elaborada com a fortificação do leite fluido com 30% de leitelho no início da fabricação do queijo. As duas últimas tiveram porcentagem de leitelho em pó de 5% e 10%, respectivamente, adicionado no momento da salga, na etapa de corte da massa. Após o preparo, as formulações foram mantidas a 8 °C por 180 dias. Ao longo do armazenamento foram realizadas análises de teor de sal, proteína, umidade, gordura, pH, testes de fluidez, dureza, microscopia e análise sensorial (HICKEY *et al*., 2018).

A adição de 10% de leitelho em pó diretamente na massa resultou em um queijo com maior umidade e sal em comparação com as demais formulações e em contrapartida, foi observado redução nos níveis de proteína em relação ao controle. O leitelho adicionado ao leite fluido deu origem a um queijo com umidade maior em relação ao queijo cheddar. Os níveis de gordura de todas as formulações ficaram abaixo do resultado obtido para o controle (HICKEY *et al.*, 2018).

Os queijos com leitelho adicionado junto ao leite fluido foram os que obtiveram textura mais macia durante a maturação, o que pode ser explicado pela textura mais porosa observada. A formulação com 10% de leitelho em pó, apesar de apresentar maior umidade, não teve impacto significativo na firmeza do produto final, fato que pode ser explicado pela redução no teor de gordura, contrabalanceando essa diminuição. A fluidez dos queijos elaborados com leitelho foi menor em comparação com o queijo controle, explicado por Hickey *et al*. (2018) devido ao aumento de umidade e diminuição dos níveis de gordura.

Após os 180 dias de armazenamento as análises sensoriais foram realizadas e os resultados mostraram que o queijo cheddar utilizado como controle teve resultado geral de aceitabilidade maior em comparação com as outras formulações. Os queijos adicionados de 5 e 10% de leitelho diretamente na massa foram os que obtiveram menores notas para os atributos ácido, sabor amargo e sabor estranho em comparação com os queijos elaborados com leitelho adicionado diretamente ao leite fluido. Para o queijo com 10% de leitelho em pó adicionado a massa, além de conferir maiores teores de fosfolipídios, o resultado final é um produto com sabores e aromas favoráveis que, embora não seja característica do queijo cheddar, confere a possibilidade de diversificação e obtenção de queijos com perfis sensoriais diferenciados (HICKEY *et al.*, 2018).

Ricota

Formulações de ricota foram elaboradas com substituição de parte do leite desnatado por leitelho e avaliadas sensorialmente com teste de preferência. Para a primeira formulação foi adicionado 20% de leite desnatado, já na segunda foi utilizada a mesma porcentagem de leitelho. Análises físico-químicas de acidez e determinação lipídica foram realizadas, o rendimento das diferentes ricotas obtidas foi calculado, além de pesquisa sensorial

por meio de comparação pareada (ASSUMPÇÃO; PAULA, 2015).

Os resultados obtidos para o teor lipídico e acidez apresentaram conformidade em comparação com outros estudos. O rendimento da ricota com leitelho foi menor, devido ao maior teor de sólidos no leite desnatado, entretanto o valor obtido era esperado segundo dados da literatura. Foi constatado que não houve diferença significativa na preferência do consumidor, a 5% de probabilidade, entre as duas formulações estudadas, demonstrando uma possibilidade no aproveitamento do resíduo leitelho na fabricação de ricota (ASSUMPÇÃO; PAULA, 2015).

Sorvete

Formulações de sorvete contendo leitelho doce ou leitelho adicionado de cultura (leitelho fermentado) foram desenvolvidas com o propósito de avaliar as características sensoriais, físico-químicas, tecnológicas e a qualidade durante o tempo de armazenamento. Uma formulação controle (C) foi elaborada com leite desnatado e leite em pó desnatado, enquanto que as outras possuíam em sua composição leitelho doce e leitelho em pó (formulação SB), leitelho fermentado e leitelho em pó (formulação CB) (SZKOLNICKA *et al.,* 2020).

Os resultados indicaram que não houve diferença significativa na composição do sorverte com leitelho doce em comparação com a do sorvete com leite desnatado, apenas o conteúdo lipídico foi maior no leitelho doce (0,8%) do que o encontrado no leite desnatado (0,5%). O teor de gordura do sorvete controle (9,6%) foi ligeiramente menor em comparação com as formulações SB (9,8%) e CB (9,9%), além de apresentar maior teor de proteína (SZKOLNICKA *et al.,* 2020).

Em relação a acidez, foi observado que a formulação CB foi a que apresentou maior porcentagem de ácido lático durante todo estudo, consequentemente os valores de pH obtidos foram os menores ao longo dos 28 dias. O teor de sólidos totais não apresentou variação significativa a nível de 0,05%, entre as formulações (SZKOLNICKA *et al.,* 2020).

A incorporação de ar das amostras elaboradas com leitelho foi maior em comparação com a formulação controle. Os sorvetes obtidos apresentaram coloração amarela esverdeada a qual foi definida por valores negativos de a* e positivos de b*. Sensorialmente as amostras se diferenciaram apenas na acidez. Atributos como consistência e cor foram típicos de sorvete convencional (SZKOLNICKA *et al.,* 2020).

Em trabalho anterior desenvolvido por Walus (2014), no qual o objetivo também foi incorporar o leitelho a formulações de sorvete com o foco em dar o destino correto ao coproduto, a quantidade de leitelho adicionado e o teor de gordura foram tratados de forma independente. A autora elaborou formulações variando o teor de leitelho e gordura (F1= 3% de leitelho e 7% de gordura, F2= 7% de leitelho e 3% de gordura, F3= 7% de leitelho e gordura, F4= 3% de leitelho e gordura, F5= 5% de leitelho e gordura) a ser adicionado a calda do sorvete. O leitelho utilizado foi obtido por meio da batedeira e malaxagem do creme de leite comercial (WALUS, 2014).

As amostras adicionadas de leitelho apresentaram melhores resultados na incorporação de ar, indicando o impacto positivo da presença do coproduto em uma das principais características organolépticas do sorvete. O valor de pH da amostra 1 (3% de leitelho) de 6,71 foi o que mais se aproximou da amostra controle (WALUS, 2014).

Uma das principais características que deve ser observada no sorvete é a taxa de derretimento. Quanto menor for esse parâmetro, melhor é a apreciação por parte dos consumidores, visto que a experiência de poder degustar um produto sem que ele derreta rapidamente é de extrema importância. Dentre todas as formulações testadas por Walus (2014), a formulação 1 com 3% de leitelho foi a que apresentou taxa de derretimento linear durante todo o tempo de análise.

Em pesquisa elaborada por Ramos *et al*. (2021), três formulações de sorvete foram elaboradas variando as porcentagens de leite desnatado e leitelho. Análises físico-químicas, sensoriais, teste de derretimento e *overrun* foram aplicadas para

mensurar possíveis alterações provocadas pela adição do coproduto. Os resultados encontrados para pH e atividade de água não apresentaram diferenças significativas entre as formulações. O *overrun* analisado seguiu o padrão encontrado por Walus (2014) e Szkolnicka *et al.* (2020), em que as formulações contendo maior porcentagem de leitelho foram as que obtiveram melhores resultados na incorporação de ar. Ramos *et al*. (2021) explica que essa melhora na capacidade de incorporação de ar se dá devido aos fosfolipídios presentes no leitelho, tornando-o um bom emulsificante, além de melhorar a distribuição das bolhas no sorvete e estabilizar as fases imiscíveis água-gordura.

A taxa de derretimento foi maior na formulação com 100% de leitelho, fato explicado novamente por elevadas concentrações de fosfolipídios no coproduto, intensificando a relação água-gordura e água-ar, através da ação emulsificante que o componente proporciona. Já para Walus (2014), a formulação com menor teor de leitelho foi a que apresentou menor taxa de derretimento. Vários fatores podem influenciar esse parâmetro no sorvete, como por exemplo, porcentagem de *overrun*, cristalização da gordura, interações lipídicas, tamanho dos glóbulos de gordura, quantidade de emulsificante, dentre outros, de modo que qualquer mudança na formulação é capaz de alterar completamente as características tecnológicas finais do produto (RAMOS *et al*., 2021).

Os resultados sensoriais indicaram que a amostra contendo 100% de leitelho foi a melhor avaliada em todos os atributos: cor, sabor, textura e impressão global. O sabor dessa amostra também foi destaque, obtendo as melhores notas na avaliação sensorial e indicando impacto positivo do coproduto no sorvete. A coloração foi o atributo melhor avaliado entre todas as formulações, parâmetro importante que influencia diretamente a decisão de compra dos consumidores (RAMOS *et al*., 2021).

O teste de *comment analysis* demonstrou que alguns provadores associaram a textura macia a formulação com 50% de leitelho, indicaram também características como cristais de gelo e textura mole, respectivamente para as formulações tradicional e com 100% de leitelho. De modo geral, todas as formulações foram bem avaliadas pelos provadores (RAMOS *et al*., 2021).

PANIFICAÇÃO

Os benefícios oferecidos pelo leitelho na aplicação em produtos de panificação são inúmeros, dentre os quais destaca-se a melhora nas propriedades reológicas, nutricionais e organolépticas do pão. Devido a esses fatores, a sua utilização em formulações tem ganhado atenção especial nos últimos anos (AL-JAHANI, 2017).

Em estudo realizado por Gonzales *et al*. (2009), pães adicionados de leitelho (50% e 100%) foram caracterizados sensorialmente. Também foram realizadas análises físico-químicas como pH, acidez titulável e teor de cálcio, tornando possível mensurar alterações provocadas pela adição do coproduto.

Não foram observadas mudanças significativas na textura dos pães após o preparo, pois apresentaram coloração amarelada, casca e miolo macios e volume semelhante ao padrão. Os alvéolos ficaram maiores em comparação ao pão sem adição de leitelho. Também não houve diferença significativa na aceitação sensorial, sendo o sabor considerado agradável em especial no pão contendo 50% de leitelho, que também apresentou maior índice de aceitabilidade. Através dos resultados físico-químicos ficou visível a presença de cálcio no leitelho, cerca de 110 mg, que evidenciou um incremento de 20 mg de cálcio nas amostras com 50 e 100% de leitelho em comparação com a padrão (GONZALES *et al*., 2009).

O aumento de cálcio nos pães com adição de leitelho é visto com bons olhos, pois em termos da ingestão diária recomendada do mineral, o Brasil se mostra bem abaixo do ideal, com apenas 500 mg/dia. O recomendado por nutricionistas é de cerca de 1000 mg/dia para adultos e 1300 mg/dia para adolescentes (CERRI, 2017).

Resultados semelhantes foram encontrados por Al-Jahani (2017) em que quantidades de 30, 60 e 90% de leitelho foram adicionadas em formulações de pão de forma e pão sírio, objetivando observar a influência do coproduto nos atributos sen-

soriais, reológicos e nutricionais. Os ingredientes foram misturados com base em 1000g de farinha de trigo e a porcentagem de leitelho adicionada, em complemento à água, foi definida com a ajuda de farinógrafo respeitando a absorção ideal para a farinha utilizada.

Foram avaliados teores de proteínas, carboidratos, cinzas e umidade. A determinação reológica das massas foi obtida através de farinógrafo e amilógrafo. Os atributos sensoriais de aroma, textura e sabor foram avaliados através de escala hedônica, tanto para o pão de forma quanto para o pão sírio, e os provadores analisaram as características visuais de cada pão, como por exemplo, a textura do miolo, coloração e uniformidade dos alvéolos formados (AL-JAHANI, 2017).

O leitelho adicionado conferiu a massa dos pães um aumento significativo na absorção de água, passando de 60% na formulação controle para 67% na formulação com 100% de adição do coproduto, segundo dados indicados pelo farinógrafo. O motivo de tal aumento é explicado pelas características que a proteína do leitelho apresenta, como alta solubilidade e capacidade de absorção de água. Na panificação, o aumento na capacidade de absorção de água além de melhorar a consistência da massa, beneficia a distribuição dos demais ingredientes, aumenta a hidratação e o desenvolvimento da rede de glúten (AL-JAHANI, 2017).

O tempo de desenvolvimento da massa foi aumentado da formulação de 30% para 60%, além disso, a estabilidade da mesma foi reduzida à medida que a concentração de leitelho subiu. Constituintes do leitelho, apesar de impactarem positivamente algumas características da massa, influenciam diretamente na formação da rede de glúten e competem com as proteínas gliadina e glutenina, presentes na farinha de trigo, por água, impactando em sua estabilidade (AL-JAHANI, 2017).

De forma geral, o incremento de leitelho aumentou a concentração de proteínas, lipídios e minerais, tanto no pão sírio quanto no pão de forma. Os resultados sensoriais indicaram a formulação com 30% de leitelho sendo a ideal para os pães. O pão de forma manteve as características do miolo e da superfície, não sendo afetadas pela adição de leitelho. O pão sírio, em sua formulação com 30% de leitelho, apresentou as melhores notas na avaliação sensorial, fato que demonstra o impacto positivo do coproduto em sua elaboração (AL-JAHANI, 2017).

Nesse sentido, o uso do coproduto na elaboração de pães e produtos de panificação pode ser visto como mais uma alternativa de utilização e aproveitamento do mesmo, visto que tanto Gonzales *et al*. (2009) quanto Al-Jahani (2017) apresentaram resultados satisfatórios em suas pesquisas.

UTILIZAÇÃO DE LEITELHO EM PÓ

O desenvolvimento de técnicas de secagem apropriadas possibilitou a disponibilização desse coproduto em forma de pó, o que torna sua utilização mais cômoda pela facilidade de armazenamento e transporte.

O leitelho desidratado, em pó, foi aplicado no queijo cheddar e no sorvete, citados acima. Mais recentemente o produto também tem sido adicionado a formulações lácteas, vendidas como composto lácteo juntamente com leite e soro de leite, sendo usado para consumo e/ou como ingrediente substituindo o leite em pó tradicional.

A mistura de leite, soro e leitelho, todos em pó, também foi analisada na elaboração de chocolate ao leite composto, onde foram analisados a influência do leitelho como substituto do leite e soro nos principais parâmetros físico-químico do chocolate. O uso de 35,66 % de leite, 27,95 % de soro e 36,38 % de leitetlho, em pó, produziu um chocolate de leite com maior desejabilidade pelos consumidores, sem afetar a qualidade do produto. Chocolate com quantidades iguais de leitelho e leite, e de soro e leitelho também apresentaram alta aceitabilidade pelos consumidores, mostrando o potencial da utilização do leitelho em pó nesse produto (PIROUZIAN *et al*., 2021).

A adição de leitelho em pó em iogurte também foi avaliada. Zhao *et al*. (2020) observaram melhorias nas propriedades reológicas no iogurte desnatado adicionado de leitelho em pó durante seu armazenamento. Os autores verificaram um aumento da viscosidade de 23,8%, 54,0%, 58,4% e 12,6% no iogurte desnatado contendo leitelho em

pó (0,5, 1,0%, 2,0% e 4,0%) comparado ao iogurte sem o leitelho. Para cada período estudado de armazenamento (1, 7, 14 e 21 dias), observaram um aumento da viscosidade e a da firmeza do iogurte desnatado contendo leitelho em pó (1,0% e 2,0%) em relação ao iogurte sem o leitelho. Já no iogurte desnatado contendo 4% de leitelho em pó, o efeito observado pelos autores foi o oposto nestes parâmetros. A adição de leitelho em pó também diminuiu a separação de soro no iogurte durante o armazenamento.

OUTRAS APLICAÇÕES

As aplicações envolvendo leitelho vão além do uso em formulações ou incorporação em algum alimento. Atualmente o estudo da microencapsulação de óleos e gorduras ganhou bastante espaço em discussões relacionadas a alimentação saudável.

Questões importantes envolvendo estabilidade a oxidação do óleo e o uso em formulações diversas são debatidas por pesquisadores, uma vez que, em muitos casos, a oxidação do material encapsulado, produzindo compostos indesejáveis, e a limitação do material da parede encapsulante em formulações infantis são obstáculos a serem superados (AUGUSTIN *et al*., 2015).

Nesse sentido, pesquisas são desenvolvidas com o intuito de descobrir novos materiais para substituir os existentes como os amidos, maltodextrina, gelatinas e goma arábica, viabilizando o uso da microencapsulação em diversas formulações. O leitelho surge como alternativa para a microencapsulação de óleos em formulações infantis, fato justificado pela presença da membrana de glóbulo de gordura do leite, estrutura responsável por manter a integridade do glóbulo na emulsão e naturalmente presente no leitelho (ZHANG *et al*., 2020).

Além disso, a presença de lipídios polares, colesterol e proteínas nessa membrana promove benefícios adicionais a saúde como a melhora do desenvolvimento do cérebro e do sistema cognitivo, previne infecções, aumenta a imunidade, protege o metabolismo e auxilia o crescimento de bebes saudáveis (ZHANG *et al.*, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O leitelho mostrou ser um coproduto que apresenta grande potencial de aplicação em diversos setores da indústria alimentícia. O impacto sensorial varia muito em relação a concentração de leitelho utilizada e quase sempre é observado incremento de cálcio, proteínas e compostos funcionais juntos da adição. Suas características tecnológicas e funcionais podem ser exploradas de maneira estratégica em diferentes formulações, contribuindo com a redução do descarte indevido no ambiente e agregando valor ao produto final.

REFERÊNCIAS

AL-JAHANI, A. H. Effect of buttermilk on the physicochemical, rheological, and sensory qualities of pan and pita bread. **International Journal of Food Science**, v. 2017, e2054252, 2017. DOI: 10.1155/2017/2054252

ANTUNES, A. E. C. *et al*. Análise descritiva quantitativa de buttermilk probiótico. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 619-629, 2012.

ASSUMPÇÃO, G. M. P.; PAULA, A. A. A. Utilização do leitelho na fabricação da ricota em substituição ao leite desnatado. **RETEC Revista de Tecnologias**, v. 6, n. 2, 2015.

AUGUSTIN, M. *et al*. Use of whole buttermilk for microencapsulation of omega-3 oils. **Journal of Functional Foods**, v. 19, p. 859-867, 2015. DOI: 10.1016/j.jff.2014.02.014

CAVALARI, I. C. S. **Elaboração de bebida fermentada com utilização de leitelho**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Barretos, 2017.

CERRI, M. L. **Elaboração de microesferas de cálcio, magnésio e fósforo como alternativa para o enriquecimento de matrizes alimentares**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimen-

tos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília: CONAB, v. 5, 2017.

CORREDIG, M.; DALGLEISH, D. G. Buttermilk properties in emulsions with soybean oil as affected by fat globule membrane-derived proteins. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 3, p. 476-480, 1998. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1998.tb15767.x

COSTA, M. R. **Obtenção de ingrediente lácteo enriquecido em lipídeos polares a partir de leitelho de soro**. 2008. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ELLING, J. *et al*. Composition and microscopy of reformulated creams from reduced-cholesterol butteroil. **Journal of Food Science**, v. 61, n. 1, p. 48-53, 1996. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1996.tb14723.x

GOMES, R. A. R. *et al*. O setor de produtos lácteos. *In*: ZACARCHENCO, P. B.; VAN, A. G. F. V. **Brasil Dairy Trends 2020**, 2017. p. 343.

GONZALES, S. L. *et al* Elaboração de pães com adição de soro de manteiga. **Ambiência**, v. 5, n. 3, p. 391-399, 2009.

HICKEY, C. D. *et al*. The effect of buttermilk or buttermilk powder addition on functionality, textural, sensory and volatile characteristics of Cheddar-style cheese. **Food Research International**, v. 103, p. 468-477, 2018. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.09.081

JULIANO, R. S. *et al*. Desenvolvimento de sobremesa láctea tipo frozen yogurt com características funcionais. **Blucher Chemical Engineering Procee-dings**, v. 1, n. 2, p. 3464-3471, 2015. DOI: 10.5151/chemengcobeq2014-0412-25631-159563

LEMOS *et al*. Avaliação da composição centesimal e propriedades nutricionais do leitelho. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 4., 2018, Bananeiras, PB. **Anais eletrônicos [...]**. Campinas: Galoá, 2018. DOI: 10.17648/enag-2018-91571

MONTEIRO, P. S.; GOMES, P. M. S. Produção de kefir como uma alternativa para a utilização de leitelho. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, n. 3, p. 162- 171, 2018.

OLIVEIRA, M. B. *et al*. Influência da adição de leitelho em pó na fabricação de iogurtes. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 32., 2019, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: EPAMIG, 2019. p.145.

PFRIMER, R. T. **Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea fermentada acrescida de leitelho e saborizada com polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica*).** 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

PIROUZIAN *et al*. Buttermilk as milk powder and whey substitute in compound milk chocolate: comparative study and optimisation. **International Journal of Dairy Technology**, v. 74, n. 1, p. 246-254, 2021. DOI:10.1111/1471-0307.12736

RAMOS, I. S. *et al.* Desenvolvimento de sorvete com adição de leitelho. **Brazilian Journal of Food Technology,** v. 24, e2020237, 2021. DOI: 10.1590/1981-6723.23720

RIGUEIRA, J. **Desenvolvimento de metodologia analítica para detecção de adulteração pela adição de leitelho em leite em pó e leite fluido**. 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SANTOS, J. V. L. *et al*. Desenvolvimento de buttermilk com emprego de farinha de banana verde: tecnologia de fabricação, monitoramento da qualidade e avaliação sensorial. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS, 8., 2015. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2016.

SHAIKH, M. F. B.; RATHI S. D. Utilisation of buttermilk for the preparation of carbonated fruit-flavoured beverages. **International Journal of Dairy Technology**, v. 62, n. 4, p. 564-570, 2009. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2009.00527.x

SILVA, E. M. P. *et al*. Avaliação da alternativa de aproveitamento do leitelho na padronização do creme em substituição a água. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 27., 2010, Juiz de Fora, MG. **Anais [...]**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010.

SZKOLNICKA, K. *et al*. Buttermilk ice cream - new method for buttermilk utilization. **Food Science & Nutrition**, v. 8, n. 3, p. 1461-1470, 2020. DOI: 10.1002/fsn3.1429

TEIXEIRA, I. M. D. *et al*. Elaboração de bebida à base de leitelho e análise sensorial de bebidas achocolatadas comerciais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 42010-42022, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-658

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. Milk for liquid consumption. *In*: WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science and Technology**. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 421-445.

WALUS, C. **Sorvete com adição de leitelho e substituição parcial de gordura**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2014.

ZHANG, Y. *et al*. Buttermilk as a wall material for microencapsulation of omega-3 oils by spray drying. **LWT Food Science and Technology**, v. 127, e109320, 2020. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.109320

ZHAO, L; FENG, R.; MAO, X. Addition of buttermilk powder improved the rheological and storage properties of low-fat yogurt. **Food Science &Nutrition**, v. 8, n. 7, p. 3061-3069, 2020. DOI: 10.1002/fsn3.1373