

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE – CEO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

CLAUDIANI VIEIRA RAIMUNDI

AVALIAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO ELABORADO COM LEITE E CREME
DE LEITE OVINO

PINHALZINHO

2022

CLAUDIANI VIEIRA RAIMUNDI

**AVALIAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO ELABORADO COM LEITE E CREME
DE LEITE OVINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Elisandra Rigo

Co-orientadora: Alline Artigiani Lima Tribst

PINHALZINHO

2022

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Raimundi, Claudiani Vieira

Avaliação de requeijão cremoso elaborado com leite e creme de
leite ovino / Claudiani Vieira Raimundi. -- 2022.
62 p.

Orientadora: Elisandra Rigo

Coorientadora: Alline Artigiani Lima Tribst

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Chapecó,
2022.

1. Sais fundentes. 2. Análise sensorial. 3. Textura. 4. pH. I.
Rigo, Elisandra. II. Tribst, Alline Artigiani Lima. III. Universidade
do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste,
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
IV. Título.

CLAUDIANI VIEIRA RAIMUNDI

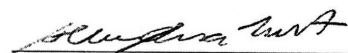
**AVALIAÇÃO DE REQUEIJÃO CREMOSO ELABORADO COM LEITE E
CREME OVINO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

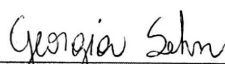


Prof.^a Dra. Elisandra Rigo
UDESC - CEO

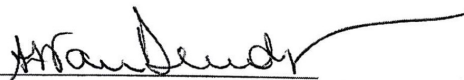


Prof.^a Dra. Aline Artigiani Lima Tribst
UDESC - CEO

Membros:



Prof.^a Dra. Georgia Ane Raquel Sehn
UDESC - CEO



Prof.^a Dra. Ariene Gimenes Fernandes Van Dender
ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos

Pinhalzinho-SC, 29 de agosto de 2022.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por iluminar meu caminho e me permitir chegar até aqui.

Aos meus pais, pelo incentivo, apoio incondicional e por todo amor. Amo vocês!

Aos meus irmãos que deixaram seus afazeres para me ajudar durante a análise sensorial, vocês foram essenciais. Muito obrigada! Amo vocês!

Ao meu cunhado que me socorreu quando precisei do entendimento sobre cálculos e interpretações.

Ao meu “namorado”, Adão Castro, por toda ajuda, compreensão pelas ausências, apoio nos momentos difíceis, por ser meu companheiro de todas as horas e meu maior incentivador. Te amo!

Às minhas orientadoras Elisandra Rigo e Aline Tribst, vocês foram uns anjos em meu caminho e essenciais para essa conquista. Obrigada por toda compreensão e toda ajuda, e desculpa pelos percalços no decorrer do caminho. Vocês são muito especiais em minha vida.

À minha companheira de pesquisa no decorrer desses dois anos, muito obrigada Bruna Scopel por me ajudar sempre e dispor dos seus dias e noites de descanso para estar firme e forte me ajudando nos experimentos. Você foi muito importante em minha jornada. Muito obrigada!

Aos meus colegas que também me ajudaram durante meus experimentos, alguns no início e outros na ‘finalera’, Stefani, Isadora, Alicia, João e Gabi, muito obrigada!

As minhas amigas por compreenderem esse período de ausência, pelo apoio e palavras de incentivo. E aos amigos que estiveram presentes e colaboraram com a pesquisa da análise sensorial. Muito obrigada!

À Adrieli pela orientação no uso dos equipamentos e ajuda na interpretação de algumas análises, obrigada!

À Fabiana Della Beta, a quem recorri muitas vezes com dúvidas sobre a análise de nitrogênio total e estava sempre disposta a me ajudar. Muito obrigada Fabi!

À Andressa Barella, sempre disponível a esclarecer as dúvidas sobre as análises microbiológicas e nos doando material para as análises. Muito obrigada!

A professora Georgia por me ajudar e acompanhar durante as análises de textura, obrigada!

À ICL Foods Brasil pelo apoio a pesquisa, fornecimento dos sais emulsificantes e

auxílio técnico.

À Cabanha Três Leites pelo fornecimento do leite de ovelha, mostrando-se sempre solícita. A Talyta e toda família Bianchi pelo atendimento, sempre simpático e dispostos a ajudar. Muito Obrigada!

Aos membros da banca, pelas contribuições no trabalho.

Enfim, a todos que fizeram parte deste processo, a colaboração de cada um foi muito importante durante essa jornada. Obrigada a todos pelas conversas, pelo auxílio nas dúvidas e incentivo. Não é possível citar o nome de todos, mas podem ter certeza de que lembro de cada um.

RESUMO

O requeijão cremoso é um queijo processado brasileiro amplamente consumido, é obtido pela fusão da massa coalhada com sais fundentes e outros ingredientes lácteos. Sua consistência pode ser influenciada pela matriz proteica utilizada (teor de proteína), pH da coalhada, tipo e concentração de sal fundente, condições de processamento, teor de extrato seco e de gordura, presença e concentração de íons (especialmente cálcio). Consequentemente a ação dos sais fundentes pode ser diferente frente as características e composições do leite bovino e ovino para as duas matrizes lácteas e/ou outras matrizes lácteas. É preciso definir os parâmetros de processo e os aditivos adequados a serem utilizados, assim como as características ideais e a aceitação por parte dos consumidores. Assim a presente pesquisa tem como objetivo a avaliação do impacto de diferentes sais fundentes nas características do requeijão ovino obtido; comparação de requeijão bovino e ovino processado nas mesmas condições, com e sem correção de pH e; determinação do efeito de diferentes concentrações de sais fundentes, pH da coalhada e temperatura de fusão nas características físico-químicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido. Em termos de composição centesimal foi observado que os produtos obtidos atenderam aos requisitos do padrão de identidade e qualidade de requeijão cremoso vigente no Brasil. Os sais fundentes avaliados resultaram em produtos com diferenças em termos de pH, brilho e textura, sendo selecionado o sal fundente hexametáfosfato de sódio e pirofosfato tetrassódico (HEXA:PIRO) por resultar em um produto mais firme, com maior luminosidade, e pH mais estável e próximo ao estabelecido como ideal para requeijão bovino (pH 6,0). Em relação ao estudo do requeijão cremoso ovino e do bovino, produzidos nas mesmas condições e ingredientes, a maior diferença observada foi menor dureza em pH básico para o requeijão cremoso bovino, comportamento inverso observado para o requeijão ovino. Em relação ao efeito das variáveis estudadas no planejamento experimental, o pH da coalhada e, principalmente, a concentração de sais fundentes, apresentaram efeito sobre o pH e a textura do produto. Na avaliação sensorial os produtos obtidos com menor concentração de sais fundentes (2%) apresentaram maior aceitação sensorial e intenção de compra, possivelmente devido a capacidade de espalhabilidade, maior cremosidade e sabor de leite, sendo, portanto, a concentração de sal fundente o parâmetro de processo mais importante no desenvolvimento de requeijão cremoso de leite ovino.

Palavras-chave: Sais fundentes; Análise sensorial; Textura; pH.

ABSTRACT

"*Requeijão cremoso*" is a Brazilian processed cheese widely consumed, it is obtained by the fusion of the curd mass with melting salts and other dairy ingredients. Its consistency can be influenced by the protein matrix used (protein content), pH of the curd, type and concentration of melting salt, processing conditions, dry extract and fat content, presence and concentration of ions (especially calcium). Consequently, the action of the melting salts may be different in view of the characteristics and compositions of bovine and ovine milk for the two dairy matrices and/or other dairy matrices. It is necessary to define the process parameters and the appropriate additives to be used, as well as the ideal characteristics and acceptance by consumers. Thus, the present research aims to evaluate the impact of different melting salts on the characteristics of the sheep curd obtained; comparison of bovine and sheep curd processed under the same conditions, with and without pH correction and; determination of the effect of different concentrations of melting salts, curd pH and melting temperature on the physicochemical and sensorial characteristics of the *requeijão cremoso* obtained. In terms of proximate composition, it was observed that the products obtained met the requirements of the identity and quality standard of *requeijão cremoso* in force in Brazil. The fluxing salts evaluated resulted in products with differences in terms of pH, brightness and texture. and close to that established as ideal for bovine curd (pH 6.0). In relation to the study of sheep and bovine *requeijão cremoso*, produced under the same conditions and ingredients, the biggest difference observed was lower hardness in basic pH for the bovine *requeijão cremoso*, an inverse behavior observed for the sheep *requeijão cremoso*. Regarding the effect of the variables studied in the experimental design, the pH of the curd and, mainly, the concentration of melting salts, had an effect on the pH and texture of the product. In the sensory evaluation, the products obtained with the lowest concentration of melting salts (2%) showed higher sensory acceptance and purchase intention, possibly due to the spreadability, greater creaminess and milk flavor, therefore, the melting salt concentration was the most important process parameter in the development of *requeijão cremoso* from sheep's milk.

Keywords: Emulsifying salts; Sensory analysis; Texture; pH.

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO I.....	9
1.1	INTRODUÇÃO.....	9
2	CAPÍTULO II.....	11
2.1	REQUEIJÃO CREMOSO.....	11
2.2	LEITE OVINO	12
2.3	MASSA COALHADA	14
2.4	SAIS EMULSIFICANTES E ESTABILIZANTES	15
2.5	REQUEIJÃO CREMOSO DE LEITE DE OVELHA	17
3	CAPÍTULO III	19
3.1	ARTIGO I: INOVAÇÃO: REQUEIJÃO DE LEITE DE OVELHA PRODUZIDO COM DIFERENTES SAIS EMULSIFICANTES	19
3.1.1	Introdução e objetivos	19
3.1.2	Caracterização dos produtos desenvolvidos.....	20
3.1.3	Conclusões.....	22
3.2	ARTIGO II: EFEITO DA CORREÇÃO DE pH NAS CARACTERÍSTICAS DE QUEIJO PROCESSADO OVINO E BOVINO.....	23
3.2.1	Introdução.....	23
3.2.2	Metodologia.....	23
3.2.2.1	<i>Matérias primas, coalhada e amostras de requeijão</i>	23
3.2.2.2	<i>Análise de pH, luminosidade, índice de amarelecimento e textura</i>	24
3.2.3	Resultados e discussões.....	25
3.2.3.1	<i>Caracterização físico-química da coalhada e dos requeijões</i>	25
3.2.3.2	<i>Efeito da correção de pH em requeijão cremoso de leite ovino e bovino</i>	26
3.2.4	Conclusões.....	30
3.3	ARTIGO III: OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO E DE FORMULAÇÃO DE “REQUEIJÃO CREMOSO” DE LEITE DE OVELHA COM BASE EM CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL.....	31
3.3.1	Introdução.....	31
3.3.2	Metodologia.....	32
3.3.2.1	<i>Leite ovino e coalhada</i>	32
3.3.2.2	<i>Requeijão cremoso</i>	33

3.3.2.3	<i>Análises físico-químicas</i>	34
3.3.2.4	<i>Dureza e cor instrumental</i>	34
3.3.2.5	<i>Análise sensorial</i>	34
3.3.2.6	<i>Análise estatística</i>	35
3.3.3	Resultados e discussões	36
3.3.3.1	<i>Planejamento Experimental de requeijão cremoso de leite ovino</i>	37
3.3.3.2	<i>Análise sensorial</i>	43
3.3.4	Conclusão	46
4	CAPÍTULO IV	47
4.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	49

1 CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

O requeijão é um produto tipicamente brasileiro, obtido pela fusão da massa coalhada dessorada, por coagulação ácida e/ou enzimática do leite, com consistência passível de ser espalhada à temperatura ambiente. Essa característica deve-se à ausência de matriz proteica rígida em decorrência da forte agitação e homogeneização a que o produto é submetido durante o processamento (BELSITO *et al.*, 2017).

A utilização de outras matrizes lácteas, como o leite de ovelha, surge como alternativa as tradicionais, considerando que em vários países, é considerado uma iguaria. Comparado ao leite de outras espécies, o leite de ovelha é uma excelente matriz láctea, devido aos seus altos níveis de proteína, gordura e cálcio por unidade de caseína (BARŁOWSKA *et al.*, 2011; MOATSOU *et al.*, 2004), sendo o seu principal destino a produção de variedades de queijos finos, iogurte e queijos de soro de leite (BALTHAZAR *et al.*, 2017; HAENLEIN; WENDORFF, 2006; TRIBST *et al.*, 2020a; TRIBST *et al.*, 2020b).

Assim, a utilização do leite ovino na elaboração de produtos lácteos consiste em uma proposta interessante, buscando diversificar a oferta desses produtos para o mercado consumidor, além de oferecer uma alternativa de fonte de proteínas de menor grau alergênico e ácidos graxos facilmente digeríveis. Contudo, são necessários estudos com o objetivo de desenvolver formulação e funcionalidade, considerando não haver pesquisas específicas sobre os parâmetros de processo na formulação com leite ovino, o que pode ser explorado, pela possibilidade de um nicho de mercado pertinente.

Malta *et al.* (2021) e Dalmina *et al.* (2022) avaliaram a produção de requeijão de leite de ovelha com creme bovino, apresentando a potencialidade deste produto, contudo indicaram a necessidade de otimização no processo de elaboração da massa coalhada e do requeijão cremoso, a fim de aumentar a quantidade de gordura na coalhada e diminuir a de creme, além de verificar o sal fundente, faixa de valor de pH apropriado para esta matriz láctea no processo com o creme ovino.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um requeijão cremoso de leite de ovelha, avaliando o impacto de diferentes sais fundentes e otimizando os parâmetros de processamento pela técnica de planejamento experimental, considerando os aspectos físico-químicos e sensoriais do produto obtido.

Dentre os objetivos específicos, destacam-se as principais etapas da pesquisa para elaboração do requeijão cremoso com leite de ovelha:

- Escolher, entre diferentes opções de sais emulsificantes, qual resultaria em requeijão cremoso ovino com melhores características em termos de pH, dureza e luminosidade
- Comparar o efeito de diferentes matrizes lácteas (massa coalhada ovina e bovina) e da redução de pH nas características tecnológicas das amostras de requeijão obtidas.
- Otimizar, por planejamento experimental, as variáveis envolvidas no processamento de requeijão ovino (concentração de sal fundente, temperatura de fusão e pH da massa) em função das características físicas e físico-químicas do produto final;
- Determinar, através de análise sensorial, quais são as características preferidas pelos consumidores para requeijão ovino.

A descrição do presente estudo foi realizada em capítulos, sendo que o Capítulo II apresenta a Revisão bibliográfica efetuada para dar fundamentação teórica a todas as etapas da pesquisa. No Capítulo III está apresentado o Artigo I - Inovação: requeijão de leite de ovelha produzido com diferentes sais emulsificantes; Artigo II - Seleção de sal fundente e efeito da correção de pH nas características de queijo processado ovino e bovino e; Artigo III - Otimização de processo e de formulação de “requeijão cremoso” de leite de ovelha com base em caracterização sensorial. O Capítulo IV traz as considerações finais sobre a realização do estudo.

2 CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 REQUEIJÃO CREMOSO

O requeijão cremoso é um queijo processado brasileiro amplamente consumido (VAN DENDER, 2014), sua produção aumentou significativamente nos últimos anos, tornando-se um dos principais queijos comercializados no Brasil, atingindo 339 mil de toneladas em 2020 (IBGE, 2020). O consumo de queijo processado tem destaque em outros países do mundo, como nos EUA, aproximadamente 70% dos lares consumiam queijos processados diariamente no ano de 2015 (TALBOT-WALSH, 2018).

Segundo seu regulamento técnico de identidade e qualidade (RTIQ), o requeijão é obtido pela fusão da massa ácida e/ ou enzimática do leite, cozida ou não, adicionada de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra de leite e/ou *butter oil*, e pode ser adicionado de condimentos, especiarias e/ou outras substâncias alimentícias (BRASIL, 1997). Os requeijões podem conter aditivos como conservantes, intensificadores de sabor e os sais emulsionantes e/ou estabilizantes (sais fundentes), sendo esta última classe a mais importante por ser a responsável pela textura do produto (NAGYOVÁ *et al.*, 2014).

A denominação do requeijão é classificada em “requeijão”, “requeijão cremoso” e “requeijão de manteiga”, de acordo com as matérias-primas empregadas no processo de elaboração. “Requeijão cremoso” é aquele obtido pela fusão da massa coalhada, ácida ou enzimática, com adição de creme de leite e/ou manteiga e/ou gordura anidra e/ou *butter oil*, com no mínimo 55% de matéria gorda no extrato seco (GES) e no máximo 65% de umidade. Suas características sensoriais principais são textura cremosa, fina e lisa, com sabor levemente ácido ou opcionalmente salgado (BRASIL, 1997).

O queijo processado pode ser descrito como uma emulsão estável de óleo em água. Sua consistência é influenciada por muitos fatores, incluindo a matriz proteica utilizada (teor de proteína), pH de fusão do queijo, tipo e concentração de sal fundente, condições de processamento, teor de extrato seco e de gordura, presença e concentração de íons (especialmente cálcio) (BELSITO *et al.*, 2017; ČERNÍKOVÁ *et al.*, 2017; CHEN; LIU, 2012; RAMOS *et al.*, 2012).

Na elaboração deste queijo, a massa coalhada é misturada com o sal fundente e os outros ingredientes (creme, água e conservantes). Na etapa de fusão, a adição dos sais

fundentes é indispensável para o processamento de requeijão cremoso, estes quando dissolvidos na fase aquosa, rompem as ligações de fosfato de cálcio entre as micelas de caseína, substituindo o cálcio bivalente por sódio monovalente ou outro íon, permitindo a exposição dos grupamentos hidrofílicos e hidrofóbicos, assim, as frações proteicas podem atuar como emulsificantes da dispersão óleo-água resultando na formação de um sistema homogêneo e estável (LEE *et al.*, 2003; ZEHREN; NUSBAUM, 1992).

2.2 LEITE OVINO

O leite de ovelha, em 2016, contribuiu com 1,30% da produção total mundial de leite. (FAOSTAT, 2018). A produção de leite ovino mais do que duplicou nos últimos 50 anos e existe a expectativa de que ela aumente aproximadamente 30% até 2030. Em relação ao mercado consumidor, França, Grécia, Itália e Espanha lideraram o mercado internacional de produtos lácteos ovinos (PULINA *et al.*, 2018).

A raça Lacaune, provinda da França, constituiu os primeiros rebanhos de ovinos com aptidão leiteira do Brasil, em 1992, e mostrou-se apta as condições climáticas e de alimentação do sul do país, que se assemelham às do país de origem (BRITO *et al.*, 2006). As ovelhas da raça Lacaune apresentam alto rendimento na produção de leite, com cerca de 1,80 L/dia na França e 2,20 L/dia na Espanha, respectivamente, considerando 160 dias de lactação (PULINA *et al.*, 2018). Em estudo realizado por Brito *et al.* (2006), a produção para a raça Lacaune no Brasil correspondeu a 1,30 L/dia, com 160 dias de lactação, na região serrana do Rio Grande do Sul. Na região oeste de Santa Catarina, Bianchi *et al.* (2014) relataram produção média de aproximadamente 1,73 L/dia, ao avaliar ovelhas com 60 e 120 dias de lactação.

A composição média do leite é de 12% de sólidos não gordurosos; 7,9% de gordura, 6,2% de proteína, 4,9% de lactose e 0,9% de cinzas. Dos principais minerais possui cerca de 193 mg/100g de cálcio, 136 mg/100g de potássio, 44 mg/100g de sódio e 18 mg/100g magnésio, sendo estes em menores quantidades do que no leite bovino, e os ácidos graxos majoritários, palmítico (C16:0) e oleico (C18:1). Seus valores de pH variam entre 6,5 e 6,8 (BALTHAZAR *et al.*, 2017; PARK *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2006).

A porção de caseína do leite ovino representa cerca de 80% da proteína total do leite (PARK *et al.*, 2007), é composta por 4 frações, a α S1-caseína (6,7%), α S2-caseína (22,8%), β -caseína (61,6%) e κ -caseína (8,9%) (SELVAGGI *et al.*, 2014). As proporções das frações de caseína do leite são diferentes entre as espécies de ruminantes, as micelas de caseína de

leite de ovelha e cabra têm graus de mineralização mais altos e são menos hidratadas e estáveis ao calor quando comparadas às do leite de vaca (RAYNAL-LJUTOVAC *et al.*, 2007).

O crescimento do mercado consumidor de derivados lácteos ovinos se deve à qualidade sensorial dos produtos, alto rendimento, valor nutricional, melhor digestibilidade e menor alergenicidade, quando comparado ao leite de vaca. O alto valor nutricional é devido às maiores concentrações de proteínas, gorduras, vitaminas e minerais comparados aos demais leites consumidos (BALTHAZAR *et al.*, 2017; MILANI; WENDORFF, 2011; PARK *et al.*, 2007), sendo que este leite pode fornecer a maioria dos nutrientes essenciais para crianças e adultos.

Em termos sensoriais, o leite apresenta coloração branca intensa e homogênea. Sua cremosidade e sabor característicos se devem à alta concentração de lipídeos e de ácidos graxos de cadeia curta, que, por serem voláteis, acentuam o aroma dos produtos ovinos (PARK *et al.*, 2007; RANADHEERA; NAUMOVSKI; AJLOUNI, 2018).

Por fim, o tamanho menor dos glóbulos de gordura, a menor concentração de caseínas α S1 (que é a fração de caseína com maior potencial alergênico) e a ausência de caseínas com polimorfismo capazes de formar durante o processo digestivo o peptídeo BMC-7 (que reduz os movimentos peristálticos e resulta em produção de muco) explicam porque o leite de ovelha apresenta melhor digestibilidade do que o leite de vaca. Além disso, por possuir similaridade de 99% entre as sequências de proteína da caseína α S1 e α S2 com o leite de cabra, pode ser considerado uma alternativa conveniente aos que possuem alergia, por promover menor sensibilização alérgica do que o leite bovino (ALBENZIO *et al.*, 2016; MASOODI; SHAFI, 2010).

A produção de uma variedade de queijos finos, iogurtes e queijos de soro de leite, são os principais destinos do leite ovino (BALTHAZAR *et al.*, 2017; HAENLEIN; WENDORFF, 2006; TRIBST *et al.*, 2020a; TRIBST *et al.*, 2020b).

Para a produção de queijo, o leite de ovelha é uma excelente matriz láctea, devido aos seus altos níveis de proteína, gordura e cálcio por unidade de caseína (BARŁOWSKA *et al.*, 2011; MOATSOU *et al.*, 2004). O cálcio contribui para a coagulação com o coalho, induzindo ligações cruzadas e agregação da para-caseína (GUINEE; O'BRIEN, 2010). Sendo mais ricas em cálcio do que as micelas do leite bovino, o aditivo CaCl_2 não é necessário na produção de queijo de ovelha, o que é uma vantagem tecnológica. Também pode-se utilizar menos coalho ou quimosina para produzir uma coalhada satisfatória de leite de ovelha em comparação com leite de vaca ou cabra (WENDORFF, 2005 *apud* BALTHAZAR *et al.*,

2017). As características do leite de ovelha resultam na produção de coágulo mais firme, coagulação mais rápida, e maior rendimento de queijo por unidade de leite comparado ao leite de outras espécies, sendo necessários cerca de 4 a 5 L de leite de ovelha para a produzir 1 kg de queijo (WENDORFF, 2002 *apud* MALTA, 2019). Além disso, a cremosidade do leite de ovelha se reflete nos seus derivados como manteiga e queijo (JOOYANDEH; ABEROUMAND, 2010). Desta forma, esta matéria-prima também se torna interessante para elaboração do requeijão cremoso, agregando valor ao leite de ovelha.

O leite ovino tem baixa produção devido ao elevado número de animais necessário para obter-se o mesmo volume quando comparado ao leite obtido de bovinos, sendo necessário mais mão de obra e consequentemente aumentando os custos de produção. Pelo baixo volume as opções de produtos e locais para venda são limitadas (TRIBST et al., 2018; MALTA et al., 2021).

Pelos dados expostos, é possível dizer que a utilização do leite ovino na elaboração de produtos lácteos consiste em uma proposta interessante para diversificar a oferta de laticínios para o mercado consumidor, especialmente por ser uma alternativa de fonte de proteínas de menor grau alergênico e ácidos graxos facilmente digeríveis. Para elaboração do requeijão cremoso com leite ovino, que pode ser explorado pela possibilidade de um nicho de mercado pertinente, são necessários estudos para o desenvolvimento de formulação e definição de parâmetros de processo.

2.3 MASSA COALHADA

A tecnologia de fabricação da massa coalhada compreende as etapas de seleção, pasteurização, coagulação do leite e corte da coalhada para liberação do soro (PERRY, 2004). A coagulação visa a instabilização da suspensão coloidal de proteínas, com consequente separação de soro e concentração das frações caseícas e gordura do leite (OLIVEIRA, 1986).

A obtenção da massa coalhada pode ser realizada por meio de três processos distintos de coagulação: a enzimática, em que a coalhada é obtida pela adição de renina (coalho) ou coagulante enzimático (ex. quimosina); por fermentação láctica com consequente abaixamento de pH; e a por acidificação direta, em que se adiciona ácido láctico ou acético ao leite aquecido (VAN DENDER, 2014).

A massa coalhada obtida em cada processo pode apresentar características diferentes, sendo a principal delas o pH (VAN DENDER; GALLINA; ZACARCHENCO, 2014). As alterações do pH influenciam na microestrutura e na textura, especialmente de queijos

processados, devido aos efeitos sobre as interações das proteínas, emulsificação da gordura e hidratação da caseína (MARCHESSEAU *et al.*, 1997). Na pesquisa de Barth, Tormena e Viotto (2017), foi evidenciado que pequenas variações no pH da massa coalhada utilizada na fabricação de requeijão cremoso bovino podem afetar substancialmente a sua estrutura e propriedades.

Na obtenção das massas lácteas por coagulação enzimática, o agente coagulante atua hidrolisando ligações peptídicas da caseína, transformando-a em para-caseína que precipita em presença de íons Ca^{2+} formando a coalhada. Este processo depende da temperatura, do pH e do teor de cálcio do leite. A massa coalhada obtida por coagulação enzimática é altamente mineralizada e com pH semelhante do leite (BERGER *et al.*, 1989; VAN DENDER; GALLINA; ZACARCHENCO, 2014).

As massas coalhadas de coagulação enzimática são comumente utilizadas devido ao menor tempo de processo, além do maior rendimento quando comparadas às massas de coagulação ácida ou fermentação láctica, por se tratar de um coágulo mais rígido, estável e com menos perdas de finos para o soro (SOBRAL, 2007 *apud* BIANCHI, 2019).

Para elaboração do requeijão, no momento da fusão da massa coalhada de coagulação enzimática, é necessário a remoção do cálcio bivalente, que se encontra ligado nas micelas de caseína. Esta remoção ocorre através da ação dos sais fundentes que resultam na solubilização do paracaseinato de cálcio, permitindo, assim, a substituição do cálcio pelo sódio monovalente na sua molécula (FOX *et al.*, 2000; VAN DENDER, 2014).

2.4 SAIS EMULSIFICANTES E ESTABILIZANTES

Os sais emulsificantes e/ou estabilizantes, também chamados de sais fundentes, consistem em compostos iônicos constituídos de cátions monovalentes e ânions polivalentes. São aditivos importantes para a fusão da massa coalhada. O ajuste de pH e o sequestro de cálcio são as funções mais importantes destes sais na produção de queijos processados, modificando as propriedades de emulsificação das caseínas e da gordura, bem como, da hidratação com a água livre (CHEN; LIU, 2012). Sendo assim, pode-se exemplificar que o processo de fusão do requeijão cremoso ocorre simultaneamente através da remoção de cálcio do sistema proteico, seguido da peptização e dispersão da proteína, hidratação e estabilização do pH, com consequente formação de uma nova estrutura proteica (ČERNÍKOVÁ *et al.*, 2017; VAN DENDER, 2014).

A adição do sal fundente remove o cálcio que se encontra ligado às moléculas de caseína, substituindo-o por íons de sódio. Essa troca de íons proporciona a emulsificação das proteínas e interação com a gordura presente, tornando a massa homogênea com dispersão de gotículas de gordura altamente uniformes (PURNA *et al.*, 2006; WEISEROVÁ *et al.*, 2011).

As características qualitativas dos queijos processados, como textura, derretimento e espalhabilidade dependem da composição e organização da matriz proteica (massa coalhada). A hidratação no interior das micelas de caseína tem influência direta com as interações promovidas pelo fosfato coloidal e os sais fundentes (DALGLEISH, 2011).

Os sais fundentes mais utilizados são os citratos, fosfatos e polifosfatos, à base de sódio e potássio, com diferentes tamanhos de cadeia, sendo sua escolha dependente das características da massa coalhada, do pH, textura e funcionalidade desejada do produto, conforme descrito na Tabela 1. Para massa coalhada em que a estrutura é longa, em virtude da caseína estar mais intacta, são necessários sais com grande poder cremificante. Em relação ao pH, quando se utiliza massa ácida, opta-se por um sal alcalino e vice-versa (MAURER-ROTHMANN; SCHEURER, 2005; VAN DENDER, 2014). A quantidade utilizada depende exclusivamente da proporção de caseína e do tipo de matriz proteica, usualmente variando de 2% a 3% (PURNA *et al.*, 2006).

O sal fundente usado neste estudo possui em maior quantidade polifosfatos de cadeia longa, este apresenta baixa capacidade tamponante (FOX *et al.*, 2000), e alta capacidade de troca iônica, resultando em melhor dispersão da caseína, emulsificação da gordura e estabilização da água, levando a uma melhor reticulação da rede de matriz no produto, tendo assim leve ação de cremosidade. Em menor quantidade está presente o pirofosfato tetrassódico que confere textura firme, estrutura curta, sem formação de fios, o que possivelmente se deve à capacidade de formar complexos entre o pirofosfato, o cálcio e a caseína, especialmente em pH próximo a 6,0 (aumento da carga negativa da caseína), resultando em uma rede mais aberta, possibilitando maior capacidade de ligação com a água (LU; SHIRASHOJI; LUCEY, 2008; NAGYOVÁ *et al.*, 2013).

Tabela 1. Sais fundentes mais utilizados e suas propriedades para elaboração de queijos processados.

Tipo de sal	Propriedades
Citratos	- Baixa solubilidade em água e baixo poder cremificante; - Largamente utilizado em queijos processados em barra; - Capacidade tamponante; - Resultam em queijos processados com estrutura mais longa e elástica.
Fosfatos	- São hidrossolúveis e são utilizados para estabilização de pH; - Capacidade tamponante; - Destaca-se o monofosfato dissódico, comumente usados para produtos untáveis; - Ortofosfatos monossódico e trissódico, mais utilizados como corretores de pH e não possuem propriedades cremificantes.
Polifosfatos	- Alta capacidade de reter água, apresentando impacto na textura do queijo; - As peculiaridades, em geral, dependem do tamanho na cadeia do sal; - Polifosfatos de cadeia longa: possuem ação cremificante lenta e ótima capacidade de peptizar proteínas, resultando em textura firme com maior dificuldade de derretimento; - Polifosfatos de cadeia curta: possuem propriedade tamponante, sendo utilizados em combinação com outros sais fundentes.
Sais de potássio	- Utilizados em produtos com redução de sódio; - Aplicados em combinação com sais de sódio, pois podem promover gosto amargo.

Fonte: Cruz *et al.* (2017).

2.5 REQUEIJÃO CREMOSO DE LEITE DE OVELHA

O requeijão cremoso elaborado com leite bovino é um produto consolidado no Brasil, seus parâmetros de processo são conhecidos e estudados, bem como o comportamento dos sais fundentes em sua matriz láctea. A elaboração de requeijão cremoso de leite de ovelha surge como uma nova linha de pesquisa, pois, como as características e composições do leite bovino e ovino diferem, a massa coalhada a ser utilizada no produto também tem características diferenciadas, consequentemente a ação dos sais fundentes não será igual para as duas matrizes lácteas. É preciso definir os parâmetros de processo e os aditivos adequados a serem utilizados para elaboração do requeijão cremoso ovino, assim como suas características finais ideais e a aceitação por parte dos consumidores.

Malta *et al.* (2021), avaliaram a influência do resfriamento e congelamento do leite de ovelha nas características do próprio leite e na elaboração do requeijão cremoso e constataram que o leite refrigerado afetou minimamente as características do requeijão, e que a textura das amostras elaboradas com leite fresco, refrigerado (6 dias) e congelado (30 e 90 dias) foram semelhantes. Ambos os tratamentos, refrigeração e congelamento, foram eficazes para armazenamento do leite e elaboração do requeijão cremoso.

Dalmina *et al.* (2022), estudaram a viabilidade de produção de requeijão cremoso de leite de ovelha armazenado sob refrigeração e os efeitos da substituição de sal fundente tradicional pelo com teor de sódio reduzido. Estes autores observaram que os requeijões elaborados do leite armazenado por 5 dias sob refrigeração apresentaram menor teor de gordura, resultando em textura mais dura, coesa, gomosa e adesiva, e a substituição dos sais fundentes comuns por sais com baixo teor de sódio resultou em um produto com 50% menos sódio, sem alterações de cor, textura e parâmetros físico-químicos.

Como já destacado, o requeijão é um produto brasileiro, classificado como um queijo processado, devido a isso não há um grande volume de pesquisas para este produto. Considerando elaboração deste com leite de ovelha depara-se com total escassez de estudos, sendo encontrado apenas os dois estudos citados acima. Diante disto percebe-se a importância de pesquisas direcionadas ao requeijão cremoso elaborado com leite de ovelha, afim de entender as influências desta matriz ao produto e a aceitação dos consumidores.

3 CAPÍTULO III

ARTIGOS

3.1 ARTIGO I: INOVAÇÃO: REQUEIJÃO DE LEITE DE OVELHA PRODUZIDO COM DIFERENTES SAIS EMULSIFICANTES¹

3.1.1 Introdução e objetivos

O leite de ovelha é uma matéria prima que tem despertado interesse dos consumidores pelas suas propriedades nutricionais, sensoriais e pela menor alergenicidade quando comparado ao leite de vaca. No Brasil, este leite é normalmente produzido e transformado verticalmente e, em sua maior parte, em pequenas propriedades espalhadas pelas regiões Sul e Sudeste. O principal destino do leite é a produção de queijos finos e iogurtes, cujo mercado consumidor está em expansão.

As elevadas concentrações de proteína, gordura e cálcio por unidade de caseína tornam o leite de ovelha uma interessante matriz para ser utilizada na produção de requeijão cremoso, como uma nova alternativa para agregar valor à matéria-prima e popularizar seu consumo, considerando a alta incidência deste produto nos lares brasileiros.

O requeijão é obtido da mistura de massa coalhada com sais emulsionantes e/ou estabilizantes (sais fundentes) e outros ingredientes lácteos como manteiga ou creme lácteo. A substituição do cálcio na matriz proteica por outros íons faz com que a matriz perca a sua rigidez e ganhe características de espalhabilidade, a qual é controlada principalmente pela matéria-prima proteica utilizada.

Os sais fundentes convenientemente empregados são citratos e fosfatos, à base de sódio e potássio, com diferentes tamanhos de cadeia, selecionados em função das características desejadas de textura e funcionalidade do produto. De forma geral, os ortofosfatos, pirofosfatos, tripolifosfatos e os polifosfatos de cadeia longa são os mais utilizados na produção de requeijão de leite de vaca e o processo já está bem estabelecido. Entretanto, para substituir a matéria-prima por leite de ovelha, fazia-se necessário realizar um

¹ Artigo publicado na Revista Industria de Laticínios, ano XXV, n. 149, p. 62-64, mar./abr., 2021. Claudiani Vieira Raimundi (Engenheira de Alimentos, Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos - UDESC); Bruna Scopel e Stéfani Mallmann (Graduandas do curso de Engenharia de Alimentos - UDESC); Alline Artigiani Lima Tribst (Doutora em Tecnologia de Alimentos, Pesquisadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, UNICAMP); Georgia Ane Raquel Sehn, Darlene Cavalheiro e Elisandra Rigo (Doutoras em Engenharia de Alimentos, Professoras Adjunta, UDESC).

estudo para determinar o efeito de diferentes sais fundentes bem como avaliar a necessidade de acidificação do produto.

Para responder tal demanda, foram desenvolvidas formulações de requeijão cremoso produzidas com sais fundentes comerciais: tetrapolifosfato de sódio e fosfato trissódico (TETRA:FOSF), pirofosfato tetrassódico e polifosfato de sódio PIRO:POLI, pirofosfato tetrassódico e tetrapolifosfato de sódio (PIRO:TETRA), hexametafosfato de sódio e pirofosfato tetrassódico (HEXA:PIRO), adicionadas ou não de solução de ácido láctico 80% visando pH final de 5,7 a 5,9, que é o valor de referência na elaboração de requeijão de leite bovino.

3.1.2 Caracterização dos produtos desenvolvidos

Os requeijões formulados sem correção de pH apresentaram pH final entre 6,6 e 7,6 no primeiro dia após a produção e, apenas os de pH mais altos (7,1 e 7,6, obtidos com os sais PIRO:TETRA e PIRO:POLI) apresentaram redução de ~0,2 ao longo da estocagem do produto (30 dias). Para as amostras acidificadas foram utilizadas concentrações entre 0,6% e 1,0% de ácido láctico para se atingir o pH desejado durante o processamento e resultaram em pH final de 6,0 (HEXA:PIRO), 6,1 (TETRA:FOSF), 6,4 (PIRO:TETRA) e 6,8 (PIRO:POLI), sendo que apenas a última apresentou redução do pH de ~0,2 ao longo da estocagem.

O pH dos queijos processados está diretamente relacionado ao pH do sal fundente em solução e à capacidade tamponante do leite. As interações entre as proteínas e a hidratação da caseína, além do efeito do sequestro do cálcio causado pelo uso de sais fundentes, determinam o pH final do queijo fundido. Variações de pH até o 5º dia após o processamento são esperados, uma vez que este é o tempo indicado como necessário para completa estabilização do sistema lácteo após fusão. As diferenças no pH das amostras e ao longo do *shelf life*, pode ser explicada pela composição do sal fundente utilizado, o HEXA:PIRO possui maior quantidade de polifosfato e assim menor poder tamponante no meio, efeito comprovado pela quantidade de ácido requerida para correção do pH e estabilidade do pH do requeijão.

O pH é um dos parâmetros físico-químicos mais importantes para o requeijão cremoso dado seu impacto nas propriedades funcionais do produto, sendo que, para um aumento no valor do pH (intervalo de 5,2 - 6,5), é esperada uma diminuição na dureza e aumento da adesividade do requeijão, a exemplo do requeijão do leite de vaca. Por outro lado, nas formulações avaliadas, não seria adequado aumentar o volume de ácido láctico devido à alteração sensorial indesejável que isto causaria.

A avaliação da cor dos produtos mostrou dois comportamentos distintos em função dos sais fundentes utilizados. Para os produzidos com os sais TETRA:FOSF e HEXA:PIRO, independente da acidificação, foi observada maior luminosidade (L^*) e intensidade de cor amarela (b^*) inicial e redução dos dois parâmetros (15 - 25%) ao longo da estocagem. Já para as amostras produzidas com os sais PIRO:TETRA e PIRO:POLI, as variações de L^* e b^* entre si e ao longo da estocagem foram menores do que 10% e 15%, respectivamente. Assim, ao final da estocagem, a diferença de luminosidade e intensidade de cor amarela dos requeijões produzidos com os diferentes sais fundentes foi menor do que a observada logo após o processamento. A avaliação geral destes resultados mostra que os sais fundentes utilizados tiveram mais impacto na cor inicial do produto do que a acidificação prévia e que os sais PIRO:TETRA e PIRO:POLI resultaram em produtos mais escuros, porém com uma cor mais constante ao longo da estocagem.

O requeijão cremoso produzido com leite de vaca caracteriza-se por uma cor ligeiramente branco-amarelada. A propensão ao escurecimento deste produto durante o aquecimento e armazenamento é normalmente vinculada ao pH elevado, a alta concentração de lactose e a capacidade tampão do produto. Entretanto, no caso de requeijão produzido com leite de ovelha, que não apresenta β -caroteno, a dinâmica destas interações pode ser alterada, justificando, assim, a não correlação direta entre escurecimento e pH/ capacidade tamponante final do produto.

Em relação ao perfil de textura, realizada em analisador Brookfield, CT3, com probe cilíndrica de acrílico (25,4 mm), movida perpendicularmente a 1,0 mm/s, na amostra (10 °C), foi observada uma grande diferença na dureza (770%) e adesividade (830%) em função do sal fundente utilizado, com maiores valores para as amostras produzidas com PIRO:POLI > HEXA:PIRO > TETRA:FOSF > PIRO:TETRA. Por outro lado, apenas para as amostras produzidas com os sais PIRO:POLI e PIRO:TETRA houve diferença perceptível nestes parâmetros ao comparar as amostras acidificadas (valores menores, à exceção da adesividade da obtida com PIRO:TETRA) e sem acidificação. Já a elasticidade e a coesividade foram similares entre as amostras.

Desta forma, analogamente aos demais parâmetros avaliados, pode-se dizer que as diferenças observadas foram prioritariamente resultantes dos diferentes sais fundentes. Os requeijões elaborados com sais fundentes que contém pirofosfato (HEXA:PIRO, PIRO:POLI e PIRO:TETRA), devido ao seu efeito tampão, é indicado por conferir textura firme, estrutura curta e baixo derretimento, corroborando com os resultados desta pesquisa, possivelmente

devido a capacidade de este formar ligações cruzadas com a caseína e maior capacidade de ligação com a água.

A literatura científica descreve que requeijões tradicionais de leite de vaca produzidos em $\text{pH} > 6,0$ apresentam redução drástica da dureza, com descaracterização do produto. Isto, entretanto, não foi observado para o requeijão de leite ovino, podendo ser explicado por algumas características deste leite, como maior concentração de gordura, menor tamanho dos glóbulos de gordura, maior mineralização e diferença no balanço das frações de caseína na micela de caseína.

Finalmente, em termos de composição centesimal foi observado que os produtos obtidos atenderam aos requisitos do padrão de identidade e qualidade de requeijão cremoso vigente no Brasil, com valores de umidade variando entre 57,5 - 61,3% e gordura no extrato seco entre 53,8 - 56,9%. Também foi observada contagens de coliformes a 45 °C e *Staphylococcus* abaixo dos limites estabelecidos, mostrando que o maior pH não representou risco microbiológico ao produto, se processado com adoção de boas práticas.

3.1.3 Conclusões

A avaliação geral dos resultados mostrou que é possível produzir requeijão de leite de ovelha e que, entre os sais fundentes testados, o hexametáfosfato de sódio e o pirofosfato tetrasódico (HEXA:PIRO) foi o que resultou em um produto com as características de textura, cor e pH mais desejáveis. Além disso, a acidificação para atingir $\text{pH} < 6,0$ não se mostrou um requisito necessário na fabricação de requeijão cremoso a partir de leite de ovelha em termos de caracterização física. Estudos futuros devem avaliar a aceitação sensorial dos requeijões produzidos com e sem acidificação para auxiliar na decisão dos processadores sobre incluir ou não esta etapa na elaboração de seus produtos.

3.2 ARTIGO II: EFEITO DA CORREÇÃO DE pH NAS CARACTERÍSTICAS DE QUEIJO PROCESSADO OVINO E BOVINO

3.2.1 Introdução

O leite ovino apresenta maior concentração de gordura, proteína e minerais comparado ao leite bovino, resultando em propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais interessantes. Sua composição favorece a elaboração de produtos lácteos, especialmente iogurtes e queijos, cuja demanda é crescente, seja pela busca de novos sabores, características nutricionais e/ou pela menor alergenicidade (DIAS *et al.*, 2022).

O requeijão cremoso é um queijo fundido amplamente consumido no Brasil, obtido pela mistura da coalhada de leite com sais fundentes e outros ingredientes lácteos. Durante seu processamento, a substituição do cálcio na matriz proteica por íons oriundos dos sais fundentes reduz a dureza da matriz e aumenta sua espalhabilidade. A intensidade destas alterações depende principalmente da matéria-prima láctea (em função de sua concentração proteica e umidade) do pH do produto e do tipo/concentração do sal fundente, sendo que estes últimos afetam o balanço mineral e a capacidade de hidratação das proteínas (MALTA *et al.*, 2021). Neste sentido, o requeijão tradicional, produzido com queijo bovino, deve ser acidificado até atingir pH 5,5-5,8 para obter a consistência cremosa e firme, que tem maior aceitação sensorial (BIANCHI *et al.*, 2021). Por outro lado, no caso de produtos ovinos, a necessidade de acidificação não foi previamente avaliada.

Considerando o crescente interesse por produtos lácteos de leite ovino, a demanda de desenvolvimento de novos produtos e o impacto que diferentes matrizes proteicas podem provocar nas características de um queijo processado, este trabalho teve como objetivo comparar as características dos requeijões cremosos produzidos a partir de queijo bovino e ovino, com e sem correção de pH.

3.2.2 Metodologia

3.2.2.1 Matérias primas, coalhada e amostras de requeijão

O leite ovino e leite bovino foram fornecidos, respectivamente, pelos laticínios Casa Bianchi (Lajeado Grande, Brasil) e Laticínios Frizzo (Planalto, Brasil). As coalhadas ovina e bovina foram elaboradas via coagulação enzimática após pasteurização do leite, simulando o

processo produtivo de queijo fresco (MALTA *et al.*, 2021). Cada coalhada foi adicionada de creme de leite pasteurizado bovino (45% gordura) na concentração necessária para obter produtos com valor mínimo de 55% de gordura no extrato seco (GES) e 61 % de umidade, de forma a atender os requisitos estabelecidos no regulamento técnico de identidade e qualidade do requeijão cremoso (BRASIL, 1997). Optou-se por utilizar creme bovino na formulação de requeijão ovino uma vez que não é interesse para os produtores de lácteos ovinos o desnate parcial ou total do leite antes da formulação dos produtos. A essa mistura foi adicionado 0,7% cloreto de sódio e 1,6% de sal fundente hexametáfosfato de sódio e pirofosfato tetrassódico (ICL, São Paulo, Brasil), sendo utilizada a concentração sugerida pelo fabricante. A mistura foi fundida à 90 °C/15 min/ 1100 rpm em Thermomix (Vorwerk, Cloyes-sur-le-Loir, França) (DALMINA *et al.*, 2022). Metade do volume obtido foi separado e, para produção de requeijão com correção de pH, foi adicionado ácido láctico 80% (1 mL reduz 0,2 unidades de pH por kg de requeijão) até as amostras atingirem pH final entre 5,7 e 5,9 (BIANCHI *et al.*, 2021). A outra metade foi embalada sem acidificação. Os requeijões foram fracionados (50 g), embalados em potes de polipropileno e armazenados a $4,0 \pm 0,1$ °C/21 dias. Análises foram realizadas após 1, 3, 5, 7 e 21 dias da produção. Cada formulação foi produzida em duplicata.

3.2.2.2 *Análise de pH, luminosidade, índice de amarelecimento e textura*

O pH foi medido utilizando pHmetro digital (MS Tecnopon, LUCA 210, Piraciba, São Paulo). A luminosidade (L^*) e parâmetro (b^*) foram determinadas utilizando colorímetro digital (HunterLab, MiniScan EZ 4500 L, Reston, VA, EUA) sendo o índice de amarelecimento (YI) definido segundo Belsito *et al.*, (2017) e a dureza utilizando analisador de textura (Brookfield, CT3 Texture Analyzer, Middleboro, MA, EUA) (DALMINA *et al.*, 2022). As análises foram realizadas em triplicata. Para análise estatística foram realizados os testes ANOVA e Tukey a um nível de confiança de 95% (STATISTICA 13.2, StatSoft Inc®, Tulsa, OK, EUA).

3.2.3 Resultados e discussões

3.2.3.1 Caracterização físico-química da coalhada e dos requeijões

Tabela 1. Análises de pH, umidade, gordura, gordura no extrato seco (GES) e proteína total da coalhada e do requeijão bovino e do ovino.

Produto		Parâmetros avaliados			
		pH	Umidade g/100 g	GES %	Proteína Total g/100 g
Coalhada	Ovina	6,6 ± 0,0 ^A	51,0 ± 0,3 ^B	57,2 ± 0,3 ^A	41,3 ± 0,4 ^A
	Bovina	6,5 ± 0,0 ^B	62,1 ± 0,4 ^A	50,2 ± 0,5 ^B	46,5 ± 0,5 ^B
Requeijão cremoso	Ovino sc	-	57,6 ± 0,3 ^a	66,1 ± 0,5 ^a	27,1 ± 0,6 ^a
	Ovino cc	-	57,3 ± 0,1 ^a	65,6 ± 0,2 ^a	27,0 ± 0,5 ^a
	Bovino sc	-	57,7 ± 0,3 ^a	66,2 ± 0,3 ^a	19,8 ± 0,3 ^a
	Bovino cc	-	57,1 ± 0,1 ^a	66,4 ± 0,2 ^a	19,8 ± 0,4 ^a

^{A-B}: indicam diferença ($P < 0,05$) entre amostras de coalhada ovina e bovina. ^{a-d}: indicam diferença ($P < 0,05$) entre amostras de requeijão ovino e de requeijão bovino, ambos com e sem correção de pH.

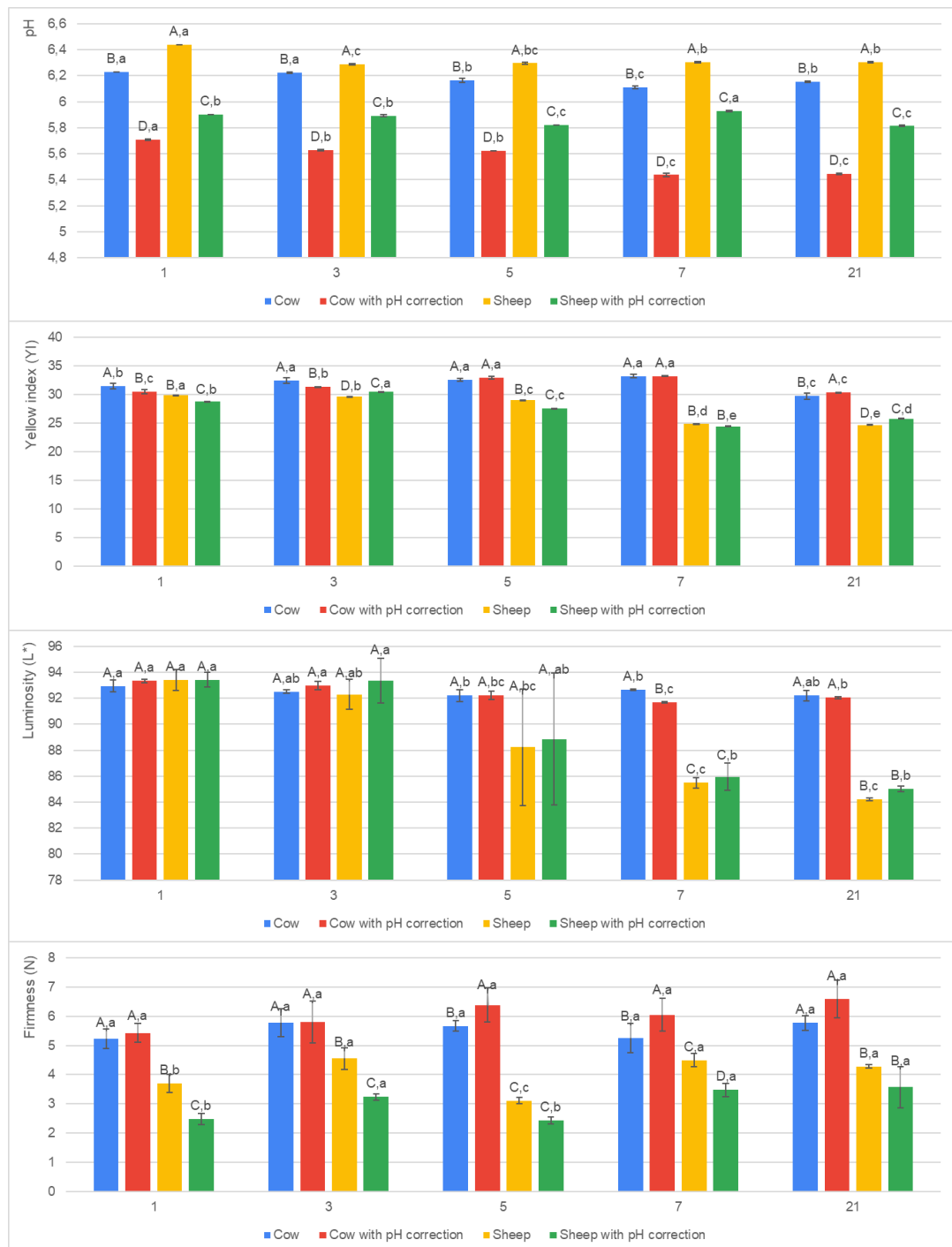
Na elaboração dos requeijões foram utilizadas matrizes lácteas diferentes, que resultaram em coalhadas com diferentes composições (Tabela 1). A coalhada de leite ovino apresentou maior concentração de proteína e gordura ($P < 0,05$), indicando menor retenção de soro nesta amostra, o que pode ser explicado pela menor hidratação das proteínas do leite de ovelha, resultante de sua maior mineralização (PARK *et al.*, 2007), que afeta diretamente a velocidade de formação da coalhada e as características finais da mesma (RAMOS; JUAREZ, 2011). O pH das coalhadas foi próximo e compatível com o pH das amostras de leite.

Em relação a composição do requeijão, valores iguais de umidade e concentração de gordura no extrato seco foram obtidos ($P > 0,05$). Isto era esperado, uma vez a composição dos requeijões (massa coalhada, creme de leite e água) foram determinadas com este objetivo, de forma a minimizar as diferenças entre as amostras produzidas com as diferentes matrizes lácteas e para atender aos requisitos de identidade estabelecidos pela legislação (BRASIL, 1997) para este produto. Por outro lado, o requeijão ovino apresentou 27% mais proteínas ($P < 0,05$), o que pode ser explicado pelos diferentes teores de proteínas das massas coalhadas.

3.2.3.2 Efeito da correção de pH em requeijão cremoso de leite ovino e bovino

As avaliações de pH, luminosidade, índice de amarelecimento e dureza ao longo do tempo mostraram diferenças em relação à matriz proteica e à correção do pH (Figura 1).

Figura 1. Avaliação dos parâmetros de pH, índice de amarelecimento (YI), luminosidade (L*) e dureza (N) dos requeijões bovinos e dos ovinos, com e sem correção de pH.



A-D: indicam diferença ($P < 0,05$) entre amostras de requeijão bovino e de requeijão ovino, ambos com e sem correção de pH, avaliadas ao mesmo tempo. a-b: indicam diferença ($P < 0,05$) entre a mesma amostra avaliada em tempos diferentes. O eixo x indica o tempo em dias (1, 3, 5, 7 e 21).

O pH dos produtos ovinos foi maior do que os de seus pares bovinos (com/sem correção de pH), o que pode ser explicado pelo maior poder tamponante deste requeijão, dada sua maior concentração de proteínas e esperada maior concentração de minerais (RAMOS;

JUAREZ, 2011). De qualquer forma, tanto requeijão ovino como bovino com correção de pH atingiram valores dentro da faixa desejada logo após a correção (pH entre 5,9 e 5,6). Ao longo do tempo houve redução do pH que, apesar de significativa, foi pequena ($< 5\%$, com $\Delta\text{pH} < 0,1$) para as amostras sem correção de pH e para amostra com correção da matriz ovina. Por outro lado, o requeijão de matriz bovina corrigido, teve uma queda de pH três vezes maior ao longo da estocagem ($\Delta\text{pH} = 0,3$, $P < 0,05$), atribuída à menor capacidade tamponante desta amostra somada à acidificação. De forma geral, ligeira redução de pH ao longo do armazenamento era esperada pois, segundo Fox *et al.* (2017), na faixa de pH normalmente encontrada nos queijos processados (5,5 a 6), a capacidade tampão dos sais de sódio diminui com o aumento do tamanho da cadeia, como os polifosfatos de cadeia longa utilizado como sal fundente utilizado neste estudo.

Em relação à luminosidade, a avaliação dos resultados mostrou que apesar do mesmo valor inicial das amostras ($L^* \sim 93$), ao longo do tempo houve redução de aproximadamente 8% nos requeijões ovinos ($P < 0,05$) enquanto os bovinos se mantiveram estáveis (redução, mesmo quando significativa, foi $< 1,7\%$). Para o YI, foram observados maiores valores para o requeijão bovino, com acentuação das diferenças ao longo da estocagem, atingindo valores $\sim 20\%$ maiores após 21 dias ($P < 0,05$). Por outro lado, a correção do pH não alterou a luminosidade e causou apenas diferenças pequenas/não consistentes ($< 2\%$, mesmo quando significativas) no YI das amostras obtidas a partir da mesma matriz láctea.

A cor amarela do requeijão é explicada principalmente pela presença de β -caroteno no leite bovino e, conseqüentemente, nos queijos e creme obtidos a partir desses leites (WALTER *et al.*, 2020). O leite ovino, por sua vez, é branco por não conter β -caroteno (RAMOS; JUAREZ, 2011). Isso explica a cor menos amarelada do requeijão produzido com massa coalhada ovina e creme de leite bovino. Já a luminosidade é afetada não apenas pela concentração de β -caroteno como também pelo tamanho dos glóbulos de gordura das diferentes matrizes (WALTER *et al.*, 2020; DIAS *et al.*, 2022), concentração de proteínas, umidade dos produtos e pela interação das proteínas com a água (SILVA *et al.*, 2020). Como as amostras produzidas com matriz láctea ovina apresentaram menor luminosidade ao longo do tempo, os resultados sugerem que houve maior contração da rede proteica nestas amostras durante a estocagem, com formação de uma rede com menor capacidade de retenção de água, similar ao observado por Tribst *et al.* (2018) para a cor de amostras de iogurte ovino estocadas sob refrigeração. Assim, pode se inferir que, para as amostras estudadas, a luminosidade foi mais afetada pelo comportamento da matriz proteica do que pela presença de β -caroteno.

A avaliação da dureza mostrou que, após a estabilização da matriz (5 dias) (ZHONG; DAUBERT, 2004), as amostras de requeijão bovino com correção de pH apresentaram dureza até 16% superior ($P < 0,05$). De acordo com a literatura, os queijos fundidos de leite bovino produzidos com menor pH apresentam características mais firmes, enquanto os elaborados com pH mais elevado tem uma textura mais fluída, devido as fracas interações proteína-proteína (SILVA *et al.*, 2020). Por outro lado, para o requeijão ovino, efeito contrário foi observado, com dureza até 40% superior para amostras sem correção de pH ($P < 0.05$). Além disso, o requeijão ovino apresentou dureza pelo menos 20% menor que o bovino ($P < 0.05$), a despeito da maior concentração de proteínas no produto.

Estes resultados podem ser explicados pelas diferenças existentes entre as estruturas das caseínas de origem bovina e ovina, bem como a interação delas em diferentes pH e na presença de sais fundentes. A micela de caseína do leite de ovelha apresenta maior tamanho, com maior mineralização e menor hidratação quando comparada à micela bovina além disso, essas micelas apresentam diferentes percentuais de frações caseicas em suas estruturas (PARK, 2007). Tais diferenças podem influenciar no processo de hidratação e mobilidade das proteínas e na atração intermolecular, sendo que a maior capacidade de retenção de água está associada a menor mobilidade das proteínas e aumento da consistência em requeijão (BELSITO *et al.*, 2017). Assim, os dados de dureza corroboram os obtidos para luminosidade, sugerindo que nas amostras de requeijão ovino houve uma maior interação proteína-proteína com expulsão de soro e consequente redução da capacidade de retenção de água entremeada.

Considerando que o sal emulsificante foi utilizado na mesma concentração para produção do requeijão bovino e ovino, que a concentração proteica no requeijão ovino era 27% superior, que o leite ovino apresenta 60% mais cálcio e que a micela deste leite é mais mineralizada (RAMOS; JUAREZ, 2011), é provável que a quantidade adicionada de sal fundente tenha sido insuficiente para adequada substituição do cálcio coloidal por sódio nas amostras de requeijão ovino (DALMINA *et al.*, 2022). Isto provavelmente favoreceu a interação proteína-proteína (MALTA *et al.*, 2021) ao invés da formação de uma rede proteica uniforme e aberta (LEE *et al.*, 2015), característica de um requeijão consistente e, ao mesmo tempo, espalhável (VAN DENDER *et al.*, 2012). Tal hipótese é corroborada pela menor dureza das amostras de requeijão ovino em menor pH, uma vez que o menor pH favorece a interação entre cadeias proteicas não emulsificadas (TRIBST *et al.*, 2018), com consequente menor retenção de água.

A avaliação geral dos resultados obtidos mostra que não é possível estender os parâmetros produtivos de requeijão bovino para produção de requeijão ovino, dado o grande

impacto que a matriz láctea exerce no produto final. Desta forma, em trabalhos futuros devem ser estudados o efeito de diferentes concentrações de sais fundentes, bem como reavaliado o efeito da correção de pH, nas características do requeijão ovino. Além disso, é importante associar os parâmetros físico-químicos com aceitação sensorial de forma a estabelecer parâmetros de processamento para as indústrias.

3.2.4 Conclusões

Os resultados mostraram que diferentes matrizes lácteas (bovina ou ovina) e a realização de correção do pH afetaram o comportamento do requeijão cremoso produzido e ao longo da estocagem, em termos de luminosidade, *yellow index*, pH final e dureza. Tais resultados elucidam que, devido às diferenças das matrizes lácteas, é inapropriado estender os parâmetros de processamento de um produto bovino para um produto ovino, sendo necessário estudos específicos para otimizar as características do requeijão ovino.

3.3 ARTIGO III: OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO E DE FORMULAÇÃO DE “REQUEIJÃO CREMOSO” DE LEITE DE OVELHA COM BASE EM CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL

3.3.1 Introdução

O leite ovino tem maior concentração de gordura, proteína e minerais comparado ao leite de vaca, resultando em uma matéria-prima com propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais interessantes (MALTA *et al.*, 2021; RANADHEERA; NAUMOVSKI; AJLOUNI, 2018). Recentemente, foi constatado um aumento no consumo de leite de ovelha e seus derivados devido às propriedades nutricionais, características sensoriais, melhor digestibilidade e menor alergenicidade em relação ao leite de vaca (BALTHAZAR *et al.*, 2017; DALMINA *et al.*, 2022; FAOSTAT, 2019; TRIBST *et al.*, 2020a; TRIBST *et al.*, 2020b). O desenvolvimento de novos produtos é importante para abrangência de diferentes mercados e públicos consumidores, além de contribuir para a sustentabilidade de uma cadeia produtiva (DALMINA *et al.* 2022; LANGE *et al.*, 2021; MALTA *et al.* 2021), especialmente quando esta se encontra em expansão.

O requeijão cremoso é um queijo de massa fundida, preparado pela mistura e fusão de coalhada de leite pasteurizado, creme de leite, água e sais emulsificantes e/ou estabilizantes (sais fundentes). Deve ter uma textura espalhável, a qual é resultado de parâmetros do processo como tipo de sal fundente, matriz proteica utilizada, pH, temperatura de fusão, tempo e velocidade de agitação (BELSITO *et al.*, 2017; BRASIL, 1997; ČERNÍKOVÁ *et al.*, 2017; FERRÃO *et al.*, 2018). Na etapa de fusão os ingredientes são submetidos ao aquecimento e cisalhamento e os sais fundentes quebram as ligações de fosfato de cálcio que reticulam as moléculas de para-caseína, levando à solubilização da caseína, formando uma estrutura de rede responsável pela consistência do queijo processado (MOZURAITYTE *et al.*, 2019).

O pH interfere diretamente na estrutura e nas propriedades reológicas do produto, influenciando as interações químicas entre os componentes estruturais (proteínas, água e minerais). Já o tipo/concentração de sal fundente tem efeito sobre o pH, relacionado com sua capacidade tamponante e assim na fluidez, no derretimento e na textura dos queijos fundidos (BELSITO *et al.*, 2017; BUŇKA *et al.*, 2014; CHEN; LIU, 2012; SALEK *et al.*, 2016; SALEK *et al.*, 2017).

O requeijão cremoso de leite bovino se destaca entre os derivados lácteos mais consumidos no Brasil. Além disso, em outros países, o consumo de diferentes queijos de massa fundida, como o Cheddar nos EUA, tem destaque. Apesar disto, não há publicados estudos que avaliam como diferentes parâmetros de processo afetam as características do requeijão produzido com leite ovino, bem como a aceitação sensorial destes produtos. Diante deste contexto, o objetivo dessa pesquisa foi desenvolver formulações de requeijão cremoso ovino avaliando o efeito da concentração de sal fundente, do pH da coalhada e da temperatura de fusão nas características de textura, luminosidade, pH e avaliação sensorial do produto, de forma a estabelecer condições de processo que resultem em melhor aceitação pelo potencial público consumidor.

3.3.2 Metodologia

3.3.2.1 Leite ovino e coalhada

O leite de ovelha da raça Lacaune, recém-ordenhado e resfriado a $4 \pm 0,1$ °C, foi fornecido pela Cabanha Três Leites, localizada em Lajeado Grande/SC. O leite foi analisado segundo a Instrução Normativa N° 68, de 12 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006), apresentando $5,4 \pm 0,01\%$ de proteína, $8,5 \pm 0,1\%$ de gordura e $16,6 \pm 0,3\%$ de extrato seco total.

O leite ovino foi pasteurizado a 65 °C/ 30 minutos, resfriado até 40 °C e utilizado para elaboração da coalhada conforme descrito por Malta *et al.* (2021), com modificações, sendo adicionado de 0,4 mL de cloreto de cálcio 50% (m/v) e 1,4 mL de coagulante líquido, quimosina microbiana *Aspergillus niger var. awamori* (Christian Hansen), para cada litro de leite. Após 2 minutos de mistura manual, o sistema foi mantido em repouso por 30 minutos para obtenção da coalhada, e então esta foi cortada em cubos de 2 cm³ e agitada durante 10 minutos a 42 °C para processo de dessoragem. O soro foi drenado e a coalhada permaneceu por mais 10 minutos pressionada (peso de 5 kg) para drenar o restante do soro e foi posteriormente armazenada a $4 \pm 0,1$ °C em incubadora BOD (Lucadema, LUCA-161/01, Brasil) para elaboração do requeijão cremoso.

3.3.2.2 Requeijão cremoso

Para elaboração do requeijão cremoso foram utilizados os seguintes ingredientes: 65,74% de coalhada (pH 6,36, gordura 27% e umidade 53,27%), 22,12% de água, 11,66% de creme de leite ovino (pH 6,33, gordura 65%), 0,70% de sal (cloreto de sódio) e concentrações variáveis de sal fundente em acordo com o delineamento composto central (DCC) 2³, com triplicata do ponto central, totalizando 11 experimentos. As variáveis independentes avaliadas em três níveis (-1, 0, 1), foram concentração de sal fundente, hexametáfosfato de sódio e pirofosfato tetrassódico (HEXA:PIRO) (2; 2,5 e 3%), temperatura de fusão (80; 85 e 90 °C) e pH da coalhada (5,85; 6,05 e 6,25), definidas em acordo com Weiserová *et al.* (2011) e Bunka *et al.* (2014). A correção do pH foi realizada com ácido láctico 80%.

O produto foi elaborado utilizando uma Thermomix (Vorwerk, Cloyes-sur-le-Loir, França) seguindo as etapas:

1. trituração da coalhada (1100 rpm/ 50 °C / 18 min);
2. adição de 50% do volume total da água com o ácido láctico, conforme necessidade de ajuste de pH determinada pelo planejamento experimental;
3. agitação (500 rpm/ 10 min);
4. adição do sal fundente e do restante da água;
5. agitação (1100 rpm/ 80 °C/ 14 min);
6. adição do creme de leite e do cloreto de sódio;
7. processo de fusão a temperatura estabelecida no planejamento experimental (80 - 90 °C/ 1100 rpm/ 15 min) e resfriamento.

O requeijão cremoso foi embalado em porções de 50 g em frasco de polipropileno de 140 mL e mantido sob refrigeração ($4 \pm 0,1$ °C) em incubadora BOD (Lucadema, LUCA-161/01, Brasil) até a realização das análises.

O efeito das variáveis independentes no processo foi avaliado pelo pH, a luminosidade e a dureza dos requeijões. Os resultados foram analisados aplicando a análise de variância (ANOVA) com o auxílio do Protimiza Software de design de experimentos (Brasil), sendo a composição, a luminosidade e o pH analisados 48 h após a elaboração e a dureza no 7º, 14º e 30º dia de refrigeração, como descrito nos itens 3.3.2.3 e 3.3.2.4. A avaliação sensorial foi realizada após 7 dias de processamento.

3.3.2.3 Análises físico-químicas

No requeijão cremoso foram realizadas análises de pH (pHmetro digital, Linelab, pH Classic), proteína (método 2001.14, AOAC, 2016), lipídeos (método 2000.18, AOAC, 2016), umidade (Analisador de Umidade Ohaus MB27, Estados Unidos da América) e gordura no extrato seco (GES), conforme legislação para análise de produtos lácteos (BRASIL, 2006). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.3.2.4 Dureza e cor instrumental

A análise de dureza do requeijão cremoso foi realizada em analisador de textura (TATX 2, Estados Unidos da América) utilizando uma sonda cilíndrica de acrílico de 25,4 mm de diâmetro. As condições de teste foram célula de carga de 500 N, distância de compressão de 20% da altura do produto, velocidade de 1,0 mm s⁻¹ e tempo de contato de 5 s, com dois ciclos de penetração (SILVA *et al.*, 2012). Para os testes, 50 g de requeijão cremoso foram colocados em um frasco de polipropileno de 140 mL (55 mm de diâmetro superior, 50 mm de diâmetro inferior e 60 mm de altura), com altura de 2 ± 0,2 cm (10 ± 0,1 °C). As determinações foram realizadas em triplicata.

A cor instrumental das formulações de requeijão cremoso foi determinada por meio de colorímetro digital (HunterLab, MiniScan EZ 4500 L, Estados Unidos da América) com iluminante D65 e ângulo de observação de 10 °. Para o teste, aproximadamente 3 g de amostra foram colocados em uma placa de acrílico de 4 cm de diâmetro, com espessura de amostra de 5 mm. Os ensaios foram realizados em triplicata.

3.3.2.5 Análise sensorial

Em função dos resultados do planejamento experimental, foram selecionadas quatro amostras, produzidas com extremos de pH e concentração de sal fundente, bem como uma amostra de concentrações intermediárias de ambos os parâmetros, para avaliação sensorial. A temperatura foi fixada em 85 °C, uma vez que este parâmetro não apresentou efeito significativo ($P \leq 0,05$) nos produtos durante análise do planejamento experimental. Tal escolha se baseou no fato de serem as amostras que apresentaram maiores diferenças entre si em termos de textura, pH e cor, tornando necessário determinar qual delas estava mais adequada do ponto de vista dos consumidores. Antes da análise sensorial, o projeto foi

aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC (49261215.5.0000.0118). A Tabela 1 descreve as características das diferentes amostras elaboradas para avaliação sensorial.

Tabela 1. Descrição das características das amostras elaboradas para avaliação sensorial.

Amostra	Código	% Sal Fundente (SF)	pH da coalhada
1	2%SF/5,85pH	2	5,85
2	3%SF/5,85pH	3	5,85
3	2%SF/6,25pH	2	6,25
4	3%SF/6,25pH	3	6,25
5	2,5%SF/6,05pH	2,5	6,05

As amostras após 7 dias de processamento, foram apresentadas, individualmente, em porções de 7 g aos 130 consumidores participantes que foram convidados a observar, cheirar e provar cada uma e, em seguida, preencher um formulário para avaliação da aceitação, intenção de compra e descrição das amostras.

No teste afetivo foi utilizada uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (1 - desgostei extremamente e 9 - gostei extremamente) para avaliação da dureza, espalhabilidade, cor, brilho, sabor, acidez, aroma e impressão geral. A intenção de compra foi avaliada utilizando escala de 5 pontos (1 - certamente não compraria e 5 - certamente compraria). Para descrição das amostras foi utilizado um teste de *Check all that apply* (CATA) contendo 15 atributos (ácido, amanteigado, amargo, brilhante, cremoso, elástico, espalha na boca, firme, gorduroso, metálico, opaco, rançoso (gordura velha), sabor de leite, salgado e outros), selecionados a partir de outros trabalhos com avaliação sensorial de requeijão e/ou produtos ovinos (TORRES *et al.*, 2017; TRIBST *et al.*, 2020a; TRIBST *et al.*, 2020b) e dispostos de forma randomizada no formulário. Dentre os 15 atributos, o provador foi orientado a marcar quantos considerasse associados a amostra.

3.3.2.6 Análise estatística

À exceção dos resultados do teste de CATA, todos os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA) e comparação média pelo Teste de Tukey (5%), usando o STATISTICA 13.2 versão (StatSoft Inc®, Tulsa, OK, EUA). Os resultados foram expressos como média $\pm$ desvio padrão. Para o teste de CATA, a frequência de uso de cada atributo foi

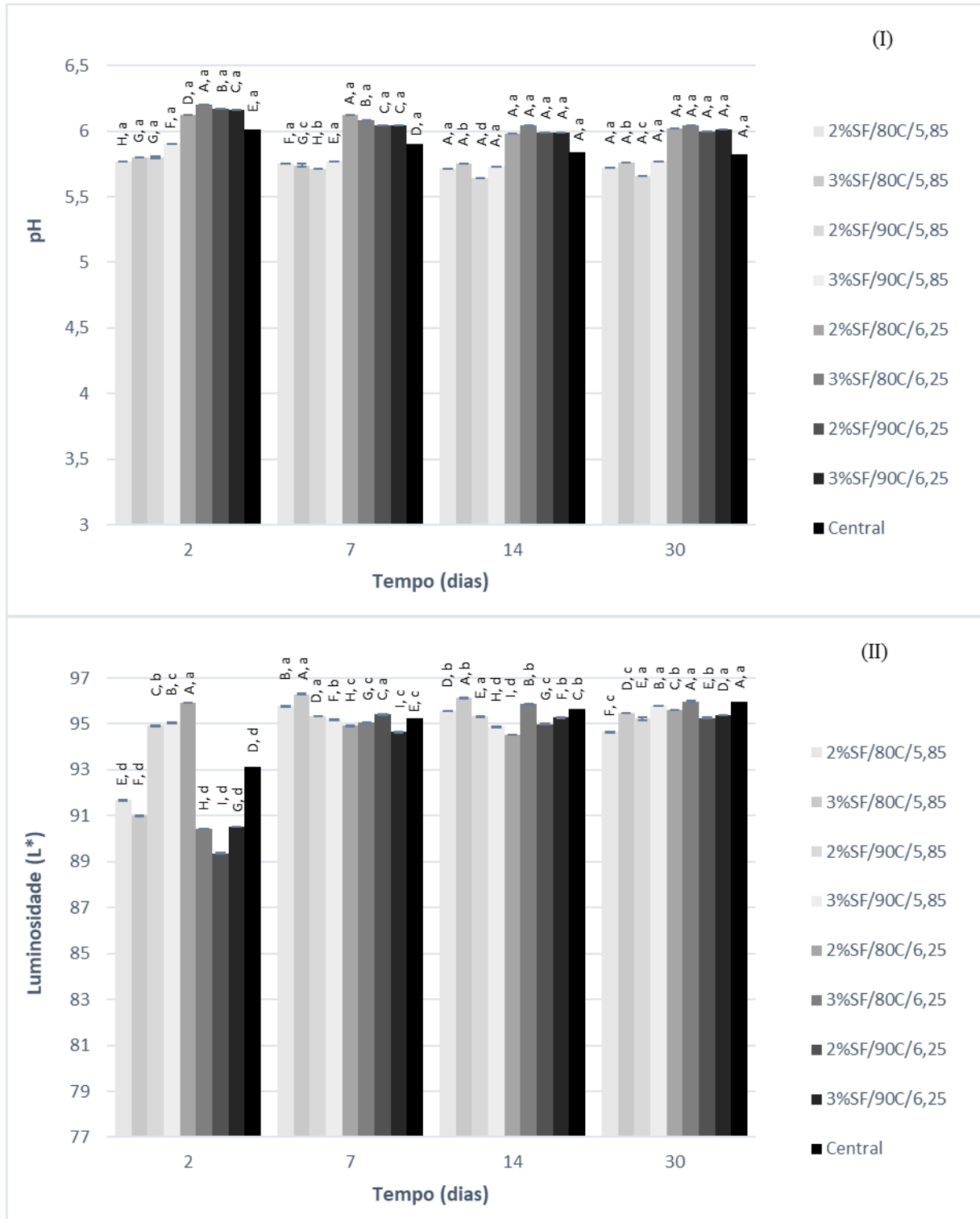
determinada para cada amostra. O teste Q de Cochran foi realizado para identificar diferenças significativas na frequência de termos usados para descrever as amostras seguido do teste de Marascuilo para cada par de produtos, com o objetivo de identificar diferenças significativas na citação de cada atributo entre as amostras a 5% de nível de significância (PEREIRA *et al.*, 2019). Os atributos que apresentaram diferença significativa de citação entre as amostras foram utilizados para a realização da análise de correspondência, visando obter uma representação bidimensional das amostras e a relação entre amostras e termos da questão CATA (HONORIO *et al.*, 2019). As elipses de confiança em torno das coordenadas da amostra foram obtidas usando *bootstrapping*. As elipses de confiança representaram a estabilidade multidimensional de cada amostra dentro do mapa perceptual, onde duas elipses sobrepostas indicam similaridade (VIDAL *et al.*, 2016). As avaliações estatísticas dos dados do CATA foram realizadas usando software XLSTAT 2016.02.27444 (Microsoft).

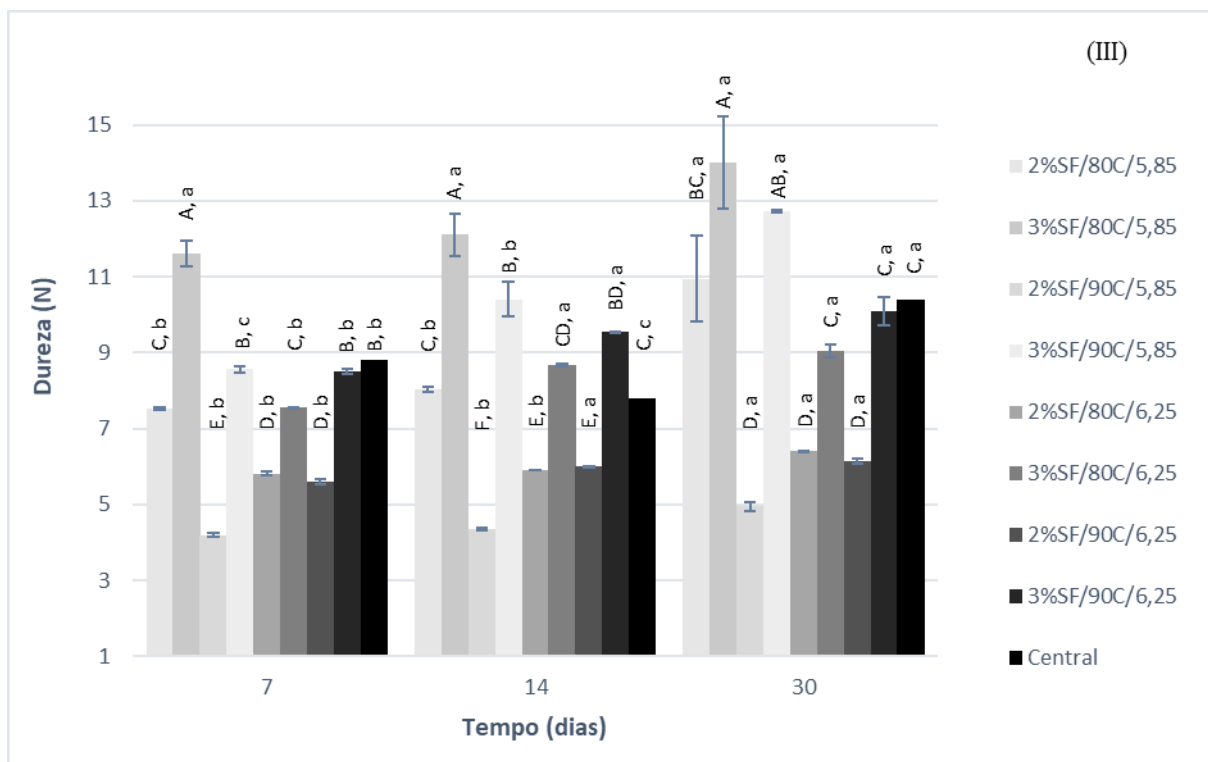
3.3.3 Resultados e discussões

Os requeijões produzidos nas diferentes condições do planejamento experimental não apresentaram diferença na composição físico-química ($P < 0,05$), com $26,80 \pm 0,41\%$ de gordura, $11,97 \pm 0,20\%$ de proteínas, $60,82 \pm 0,40\%$ de umidade e $68,40 \pm 0,76\%$ de GES. Tais resultados eram esperados, uma vez que todas as amostras foram preparadas com as mesmas concentrações de ingredientes exceto o sal fundente que variou de 2 a 3%. Ademais, tais parâmetros indicam que os produtos obtidos podem ser oficialmente classificados como “requeijão cremoso” pelo regulamento técnico de identidade e qualidade (RTIQ) do Requeijão Cremoso estabelecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 1997).

3.3.3.1 Planejamento Experimental de requeijão cremoso de leite ovino

Figura 1. Resultados de pH (I), luminosidade (II) e dureza (III) das formulações do requeijão cremoso de coalhada e de creme de leite ovino no tempo de 2, 7, 14 e 30 dias de armazenamento.





*As amostras foram identificadas pelo teor de sal fundente no produto, temperatura e pH da coalhada. Diferentes letras minúsculas em cada amostra indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) destas entre os tempos de estocagem. Diferentes letras maiúsculas em cada tempo de estocagem indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as amostras (Tukey). 2%SF/80C/5,85pH: 2% de sal fundente adicionado, 80 °C de temperatura e 5,85 de pH da coalhada; 3%SF/90C/6,25pH: 3% de sal fundente adicionado, 90 °C de temperatura e 6,25 de pH da coalhada; e assim para as demais legendas. Central = 2,5%SF/85C/6,05pH: 2,5% de sal fundente adicionado, 85 °C de temperatura e pH da coalhada de 6,05. Sendo o Central a média da triplicata de formulação.

Foi avaliado o comportamento de cada formulação no decorrer do período de armazenamento para os parâmetros de pH, luminosidade e dureza. Em relação ao pH, a maior diferença observada foi entre as formulações com pH 5,85 e 6,25 conforme esperado ($P < 0,05$). Além disso, entre as amostras de pH 5,85, diferenças foram observadas entre aquelas adicionadas com 2 e 3% de sais fundentes, com valores de pH mais altos para as que continham maior concentração de sais, especialmente observado nos tempos de estocagem mais longos ($P < 0,05$), indicando o efeito da interação do sal fundente com as propriedades da coalhada. O pH dos queijos processados está relacionado à capacidade tamponante e ao pH do sal fundente, sendo que o pirofosfato apresenta boa capacidade de tamponamento, o que pode estar associado ao resultado obtido (FOX *et al*, 2000; LU; SHIRASHOJI; LUCEY, 2008).

Para as amostras com pH mais alto o efeito da concentração de sais fundentes sobre o pH foi maior ($P > 0,05$), explicado pela natureza mais neutra do produto. Nas amostras sem correção de pH, houve, somente, a influência do sal fundente sobre o pH do requeijão, sendo que independente da temperatura, o pH variou de 0,10 a 0,17 para menos, e ocorreu

provavelmente devido à baixa capacidade tamponante dos polifosfatos de cadeia longa (HEXA), visto que esta diminui com o aumento da cadeia, chegando a praticamente zero em sais com mais de dez fosfatos (FOX *et al.*, 2000).

Sobre a luminosidade, observou-se, de forma geral, menores valores no 2º dia após o processamento e posterior aumento em 7 dias de estocagem ($P < 0,05$), que se manteve consistente, ou seja, com variações inferiores a 1,1% entre 14 e 21 dias. Fora este comportamento homogêneo, não foi possível estabelecer tendências de luminosidade em função dos parâmetros de processo avaliados. Em estudo anterior com requeijão de leite ovino e de leite bovino (dados não apresentados), o requeijão ovino apresentou menor luminosidade comparado ao bovino, porém utilizou-se creme de leite bovino para ambos os requeijões, diferente dessa pesquisa onde optou-se pelo creme de leite ovino, sendo toda a matéria-prima das formulações de origem ovina, apresentando assim maior luminosidade. Em estudo do queijo *Fior di latte*, elaborado com leite de ovelha, Faccia *et al.* (2015), verificaram que a percepção da cor branca foi mais evidente nos queijos elaborados com o leite de ovelha do que os elaborados com leite bovino. A diferença de cor dos leites ocorre devido à baixa concentração de caroteno em leite de ovelhas (PARK *et al.*, 2007).

Comparando-se a dureza no início e no final da estocagem, houve aumento para todas as amostras ($P < 0,05$). Além disso, de forma geral observou-se que as amostras de menor pH e maior concentração de sais foram as que apresentaram maiores durezas quando comparadas aos seus pares. Chen e Liu (2012), constataram que a dureza do queijo processado aumentou com maior concentração de sal fundente, corroborando com os dados encontrados. Em relação à temperatura, por outro lado, o efeito observado variou em função do pH, sendo indiferente ou ligeiramente positivo o uso de temperatura de fusão maior para a maior dureza do requeijão produzido com coalhada pH 6,25; enquanto, para amostras produzidas com coalhada de pH 5,85, a fusão a 90 °C prejudicou a dureza do produto. Em estudo anterior (dados não apresentados), efeito contrário ocorreu para o requeijão ovino, porém utilizou-se creme de leite bovino com coalhada ovina, diferente dessas formulações em que ambas as matérias-primas foram de origem ovina. Também, em virtude do grande número de amostras pelo planejamento experimental, otimizou-se o processo de elaboração do requeijão havendo diferenças em relação à velocidade e ao tempo de agitação comparado à pesquisa anterior. Além da correção do pH, anteriormente realizado diretamente no produto final.

Segundo Van Dender (2006), queijos processados com valores de pH entre 5,5 e 5,7, como na maioria dos requeijões do estudo, são considerados requeijões com consistência cremosa e de maior dureza. Em pH inferior a 5,4, os queijos processados têm tendência a

apresentarem-se mais firmes e acima de 6, requeijões com consistência gomosa, propiciando a separação de gordura devido a menor interação proteína-proteína. A consistência dos queijos processados pode ser afetada por diversos fatores, como a composição do produto final (matéria seca, teor de gordura, proteína e lactose, uso de hidrocoloides, emulsificantes, etc.); os parâmetros do processo durante a produção (em particular a velocidade de mistura, temperatura de fusão, tempo de retenção na temperatura de fusão e taxa de resfriamento); e pelas condições durante o armazenamento (em particular temperatura e tempo de armazenamento) (KAPOOR; METZGER, 2008 *apud* ČERNÍKOVÁ *et al.*, 2018).

A partir dos resultados do planejamento foi realizada uma análise de regressão multivariada para descrever os efeitos dos diferentes parâmetros de processos estudados (pH da coalhada, concentração de sal fundente e temperatura de fusão) nas características do requeijão cremoso obtido após 7 dias de estocagem (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise de regressão multivariada descrevendo os efeitos das diferentes concentrações de sal fundente, temperatura de fusão e pH da coalhada no pH, luminosidade e dureza do requeijão cremoso em 7 dias de estocagem.

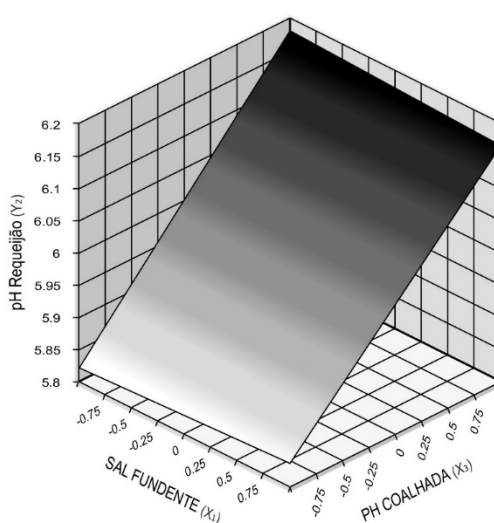
Variáveis independentes	Variáveis dependentes	Coefficiente de regressão	Erro padrão	T -valor	P – valor
Sal fundente	pH requeijão	0,025	0,015	1,656	0,173
	Luminosidade	-0,041	0,115	-0,359	0,738
	Dureza	1,369	0,452	3,028	0,039*
Temperatura de fusão	pH requeijão	0,018	0,015	1,159	0,311
	Luminosidade	-0,179	0,115	-1,557	0,194
	Dureza	-0,404	0,452	-0,893	0,422
pH coalhada	pH requeijão	0,173	0,015	11,428	0,001*
	Luminosidade	-0,326	0,115	-2,842	0,047*
	Dureza	-0,319	0,452	-0,705	0,520
Sal fundente x Temperatura fusão	pH requeijão	-0,003	0,015	-0,166	0,876
	Luminosidade	-0,201	0,115	-1,753	0,154
	Dureza	0,394	0,452	0,871	0,433
Sal fundente x pH coalhada	pH requeijão	-0,008	0,015	-0,497	0,645
	Luminosidade	-0,124	0,115	-1,078	0,342
	Dureza	-0,226	0,452	-0,501	0,643
Temperatura de fusão x pH coalhada	pH requeijão	-0,015	0,015	-0,994	0,377
	Luminosidade	0,209	0,115	1,818	0,143
	Dureza	0,661	0,452	1,463	0,217

*Fatores com significância (P-valor < 0,05).

Assim, o resultado da regressão multivariada indicou que o pH do requeijão foi influenciado pelo pH da coalhada de forma positiva (Tabela 2), sendo que as coalhadas sem correção de pH resultaram em maior pH do requeijão cremoso ($P < 0,05$). O pH da coalhada é um fator importante na determinação das características dos queijos fundidos, pois afeta diretamente a carga das moléculas de caseína e pode causar alterações nas interações proteína-proteína (BRICKLEY *et al.*, 2008; LEE *et al.*, 2015; SÁDLÍKOVÁ *et al.*, 2010; TALBOT-WALSH *et al.*, 2018).

A significância estatística da análise foi confirmada pelo teste F (ANOVA), pois o valor do teste F (125,7) para a regressão foi significativo maior que o F tabelado (5,12) e a porcentagem de variação explicada pela modelo foi adequado ($R^2 = 0,93$). Então o modelo foi considerado previsível e usado para gerar a superfície de resposta (Figura 2). A equação do modelo: $\text{pH requeijão} = 6 + 0,17 \text{ pH coalhada}$.

Figura 2. Superfície de resposta do efeito do pH da coalhada e da concentração de sal fundente no pH do requeijão cremoso, no tempo de 7 dias de armazenamento ($P < 0,05$).



O pH da coalhada também influenciou na luminosidade do requeijão, sendo que os menores pHs resultaram em maiores luminosidade do produto em 7 dias de conservação ($P < 0,05$). No entanto, como o coeficiente de regressão foi baixo ($R^2 = 0,36$) não foi possível prever o modelo.

Em relação à dureza do requeijão, esta foi influenciada pela concentração de sal fundente, indicando que maiores concentrações de sal resultam em produtos mais firmes ($P < 0,05$), assim como, a interação da temperatura de fusão e pH da massa influenciaram positivamente nesta característica ($P < 0,05$). No entanto, como o coeficiente de regressão foi baixo ($R^2 = 0,52$) não foi possível prever o modelo.

Similarmente, Bunka *et al.* (2014) observaram em sua pesquisa que quanto menor a concentração dos sais fundentes (2,0 - 3,0%), com ou sem ajuste de pH, menor foi a dureza dos queijos fundidos a base de leite bovino ($P < 0,05$), possivelmente devido aos processos menos intensivos de dispersão da caseína e subsequente ligação da água e emulsificação da gordura (BUŇKA *et al.*, 2014; SHIRASHOJI; JAEGGI; LUCEY, 2010). Os autores

Shirashoji, Jaeggi e Lucey (2006) e Brickley *et al.* (2008), também associaram esse fenômeno a uma maior troca iônica de íons de cálcio e de sódio quando utilizados sais fundentes em uma concentração mais alta, resultando em processos mais intensivos de hidratação da água e emulsificação da gordura.

Os sais fundentes agem no controle e na estabilização do nível de pH (capacidade tampão) e possuem influência na formação da estrutura final do requeijão cremoso devido à capacidade de trocar íons cálcio por íons sódio, que é aumentada com a extensão do comprimento da cadeia de polifosfato, e resulta em melhor dispersão do comprimento de caseína e melhor emulsificação de gordura e estabilização de água (CHEN; LIU, 2012; KALIAPPAN; LUCEY, 2011; SHIRASHOJI; JAEGGI; LUCEY, 2010; TALBOT-WALSH *et al.*, 2018). Os sais fundentes utilizados neste estudo apresentam diferentes funções, sendo que os polifosfatos possuem características de capacidade de tamponamento baixa e taxas de sequestro de cálcio altas e os pirofosfatos têm boa capacidade de emulsificação e hidratação da para-caseína (TALBOT-WALSH *et al.*, 2018).

A temperatura de fusão não influenciou os parâmetros estudados do requeijão cremoso (dureza, pH do requeijão e luminosidade), conforme pode ser verificado na Tabela 2.

3.3.3.2 Análise sensorial

As amostras foram testadas para verificação do atendimento aos padrões microbiológicos estabelecidos na Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019, Anexo I, 9. Leite e Derivados, c) Produtos lácteos processados fundidos (Enterotoxinas Estafilocócicas (ng/g), Estafilococos coagulase positiva/g e *Escherichia coli*/g), Anexo II, *Listeria monocytogenes*/25g ou mL em alimentos prontos para o consumo (BRASIL, 2019).

Para a análise sensorial foram selecionadas as amostras 2%SF/5,85pH, 3%SF/5,85pH, 2%SF/6,25pH, 3%SF/6,25pH e 2,5%SF/6,05pH (central), baseado nos resultados da análise estatística. Como não houve influência significativa da temperatura de fusão nas características do requeijão cremoso, foram consideradas as formulações com os valores extremos das variáveis independentes do pH da coalhada (6,25 a 5,85) e da concentração do sal fundente (2 a 3%) e temperatura fixada em 85 °C. Para efeito de comparação, foi também levada para análise sensorial a amostra produzida em pH e concentração de sal fundente intermediários (ponto central do planejamento experimental). A Tabela 3 mostra os resultados obtidos para o teste afetivo.

A avaliação dos parâmetros mostrou que as amostras tiveram igual percepção para os atributos cor, brilho e aroma. Tais dados indicam que, apesar de observada diferença estatística em termos de luminosidade, tal diferença não foi suficientemente grande para modificar o nível de aceitação sensorial do brilho e da cor. Isto era esperado, uma vez que a diferença de luminosidade detectada instrumentalmente foi bem baixa (L^* máx. = 96,53 e L^* mín. = 95,56) nas amostras processadas nas diferentes condições delineadas no planejamento experimental.

Por outro lado, os parâmetros de dureza, espalhabilidade, sabor e acidez tiveram níveis de aceitação diferentes, sendo que para a dureza, espalhabilidade, acidez e sabor as amostras SF2%/5,85pH, 2%SF/6,25pH e 2,5%SF/6,05pH tiveram as maiores pontuações, sendo, portanto, estes parâmetros majoritariamente influenciados pela concentração de sal fundente no produto, com maior rejeição quando utilizado 3% destes sais. Finalmente, em relação à aceitação global, a maior foi observada para as amostras com 2% de sal fundente, o que refletiu em intenção de compra significativamente maior para estas amostras.

Tabela 3. Avaliação da aceitação sensorial e da intenção de compra dos requeijões cremosos de leite ovino elaborados com diferentes concentrações de SF (2 a 3%) e de pH da coalhada (5,85 a 6,25).

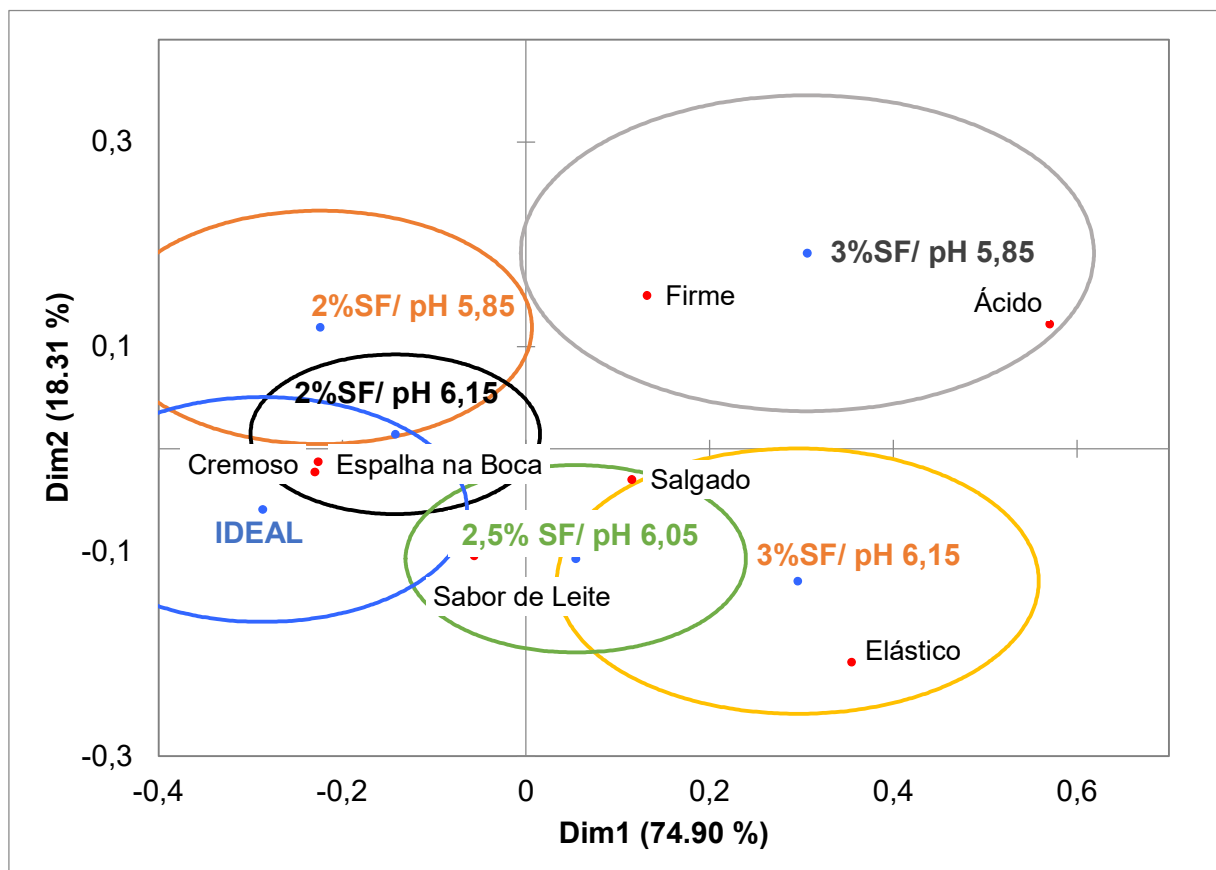
Sal fundente	2%SF/5,85pH	3%SF/5,85pH	2%SF/6,25pH	3%SF/6,25pH	2,5%SF/6,05pH	Pr > F
Dureza	8.239 a	7.284 c	8.093 a	7.423 bc	7.906 ab	0,000
Espalhabilidade	7.944 a	6.850 c	7.884 a	7.318 b	7.745 ab	0,000
Cor	8.408 a	8.115 a	8.192 a	8.092 a	8.178 a	0,094
Brilho	8.331 a	8.061 a	8.177 a	8.123 a	8.055 a	0,190
Sabor	8.022 a	7.215 b	8.024 a	7.276 b	7.596 ab	0,000
Acidez	7.665 a	6.853 c	7.485 ab	6.999 bc	7.293 abc	0,000
Aroma	7.138 a	7.016 a	7.269 a	7.077 a	7.294 a	0,556
Avaliação geral	8.143 a	7.289 c	7.951 ab	7.369 c	7.645 bc	0,000
Intenção compra	4.331 a	3.731 b	4.177 a	3.638 b	3.754 b	0,000

O teste de CATA foi utilizado para obter uma resposta descritiva das diferentes amostras, que pudessem auxiliar no entendimento das diferenças observadas para a aceitação das mesmas. Os resultados mostraram que, entre os atributos avaliados, os termos “amanteigado”, “brilhante”, “gorduroso”, “metálico”, “opaco”, “rançoso” e “outros”, não

apresentaram diferença significativa de citação entre as amostras ($P > 0,1$), conforme descrito na Tabela 3. Os termos significativos foram utilizados para a realização da análise de correspondência (Figura 3), com a inserção de elipses de confiança para a discriminação das amostras.

Como pode ser observado, as elipses das amostras 2%SF/5,85pH e 2%SF/6,25pH foram as que ficaram mais sobrepostas com as características consideradas como ideais para o requeijão cremoso (espalha na boca, sabor de leite e cremoso). Por outro lado, se o produto é firme, elástico, salgado e ácido, como as formulações 3%SF/5,85pH e 3%SF/6,25pH, a aceitação dos consumidores é menor. É interessante notar que o termo ácido foi mais associado à maior concentração de sais fundentes do que ao baixo pH do produto, sendo um fator considerado desagradável ao paladar dos provadores. Por outro lado, as amostras de pH 5,85 foram reconhecidas como as amostras mais firmes, sendo o resultado compatível com os dados de dureza obtidos através da análise instrumental.

Figura 3. Configurações bidimensionais de termos CATA e amostras do requeijão cremoso de leite ovino elaboradas com diferentes concentrações de SF (2 a 3%) e de pH da coalhada (5,85 a 6,25).



Legenda: SF = sais fundentes

3.3.4 Conclusão

O pH e a luminosidade do requeijão cremoso sofreram influência pelo pH da coalhada, sendo que as coalhadas com maior pH resultaram em maior pH do produto, e as com menor pH resultaram em maior luminosidade após 7 dias de conservação. A dureza foi influenciada pela concentração de sal fundente, sendo que maiores concentrações de sal resultaram em produtos mais firmes, assim como, a interação da temperatura de fusão e pH da coalhada influenciaram positivamente nesta característica. Na avaliação sensorial, os consumidores tiveram igual percepção para os atributos cor, brilho e aroma, enquanto para os parâmetros de dureza, espalhabilidade, sabor e acidez, a aceitação foi diferente, com maior rejeição para as amostras com 3% de sais fundentes. Tais parâmetros também se refletiram na avaliação geral e aceitação de compra dos produtos, que indicaram avaliações mais positivas para as amostras produzidas com 2% de sais fundentes, independente do pH da coalhada. Assim, conclui-se que a concentração de sal fundente foi o parâmetro de processo que mais influenciou na aceitação do consumidor, sendo preferidos os produtos que se caracterizaram por maior cremosidade, espalhabilidade na boca e sabor de leite.

4 CAPÍTULO IV

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mercado consumidor está sempre em busca de produtos alimentícios diferenciados, com melhor digestibilidade, mais nutritivos e menos alergênicos. Produtos lácteos elaborados com leite de ovelha estão em ascensão, pois esta matéria-prima oferece um alimento rico em proteínas e gorduras, que apresentam melhor digestibilidade e menor alergenicidade que os tradicionais produtos de origem bovina, além de alta concentração de vitaminas essenciais.

Esta pesquisa teve como objetivo estudar a produção de requeijão cremoso e estabelecer condições ideais de processamento. Para tanto, o projeto foi dividido em três etapas: (i) avaliação do impacto de diferentes sais fundentes nas características do requeijão ovino obtido, (ii) comparação de requeijão bovino e ovino processado nas mesmas condições, com e sem correção de pH e (iii) determinação do impacto de diferentes condições de processamento (pH da coalhada, concentração de sais fundentes e temperatura de fusão) nas características físico-químicas e sensoriais do requeijão cremoso obtido.

Os resultados da primeira etapa mostraram que diferentes sais fundentes geravam produtos com diferenças em termos de pH, luminosidade e dureza, sendo escolhido como melhor sal fundente (hexametáfosfato de sódio e pirofosfato tetrassódico) aquele que resultou no produto mais firme, com maior luminosidade, e pH mais próximo ao estabelecido como ideal para requeijão bovino (pH 6,0).

Os resultados da segunda etapa mostram que o requeijão cremoso ovino e o bovino, produzidos nas mesmas condições e ingredientes, apresentam características de pH, dureza e luminosidade diferentes. Entre esses parâmetros, a maior diferença observada foi que, em condições de pH mais básico, o requeijão cremoso de leite bovino apresentou menor dureza enquanto, para o requeijão ovino, o efeito do pH foi nulo ou inverso ao observado para o requeijão bovino.

Por fim, os resultados da terceira etapa mostraram que, entre os parâmetros de processamento, o pH da coalhada e, principalmente, a concentração de sais fundentes, são os maiores responsáveis pelas variações observadas em termos de pH e textura do produto, enquanto a temperatura de fusão teve uma importância desprezível. A avaliação sensorial mostrou que os produtos obtidos com menor concentração de sais fundentes (2%) apresentam maior aceitação sensorial e intenção de compra, por terem melhor espalhabilidade, maior cremosidade e sabor de leite, sendo, portanto, a concentração de sal fundente o parâmetro de

processo mais importante no desenvolvimento de requeijão cremoso de leite ovino.

Futuros trabalhos devem ser desenvolvidos para elucidação de quais características da massa coalhada de leite ovino fazem com que sua interação com sais fundentes resulte em um requeijão cremoso com propriedades diferentes dos elaborados com massa coalhada bovina.

REFERÊNCIAS

- ABD EL-SALAM M. H.; EL-SHIBINY, S. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. **Dairy Science & Technology**, v. 91, p. 663- 699, nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13594-011-0029-2>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13594-011-0029-2#citeas>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- ALBENZIO, M.; SANTILLO, A.; AVONDO, M.; NUDDA, A.; CHESSA, S.; PIRISI, A.; BANNI, S. Nutritional properties of small ruminant food products and their role on human health. **Small Ruminant Research**, v. 135, p. 3-12, fev. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.016>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448815003569>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- AOAC. G.W. Latimer Jr (Ed.). Official methods of analysis: AOAC international (20th ed.), AOAC International, Rockville, MD, USA (2016).
- BALTHAZAR, C. F.; PIMENTEL, T. C.; FERRÃO, L. L.; ALMADA, C. N.; SANTILLO, A.; ALBENZIO, M.; MOLLAKHALILI, N.; MORTAZAVIAN, A. M.; NASCIMENTO, J. S.; SILVA, M. C.; FREITAS, M. Q.; SANT'ANA, A. S.; GRANATO, D.; CRUZ, A. G. Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, p. 247-262, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12250>. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1541-4337.12250>. Acesso em 07 jun. 2022.
- BARŁOWSKA, J.; SZWAJKOWSKA, M.; LITWINCZUK, Z.; KRÓL, J. Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, p. 291-302, nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00163.x>. Disponível: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1541-4337.2011.00163.x>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- BARTH, A. P.; TORMENA, C. F.; VIOTTO, W. H. pH influences hydrolysis of sodium polyphosphate in dairy matrices and the structure of processed cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 8735-8743, nov. 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12764>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217307907>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- BELSITO, P. C.; FERREIRA, M. V. S.; CAPPATOA, L. P.; CAVALCANTI, R. N.; VIDAL, V. A. S.; Pimentel, T. C.; ESMERINO, E. A.; BALTHAZAR, C. F.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; ZACARCHENCO, P. B.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; PASTORE, G. M.; POLLONIO, M. A. R.; CRUZ, A. G. Manufacture of Requeijão cremoso processed cheese with galactooligosaccharide. **Carbohydrate Polymers**, v. 174, p. 869-875, out. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.07.021>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861717307877>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- BERGER, W.; KLOSTERMEYER, H.; MERKENICH, K.; UHLMANN, G. **Processed cheese manufacture**. A joia Guide. BK Landenburg, p. 238, 1989.

BIANCHI, A. E.; MACEDO, V. P.; FRANÇA, R. T.; LOPES, S. T.; LOPES, L. S.; STEFANI, L. M.; VOLPATO, A.; LIMA, H. L.; PAIANO, D.; MACHADO, G.; DA SILVA, A. S. Effect of adding palm oil to the diet of dairy sheep on milk production and composition, function of liver and kidney, and the concentration of cholesterol, triglycerides and progesterone in blood serum. **Small Ruminant Research**, v. 117, n. 1, p. 78-83, mar. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.025>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448813004367>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BIANCHI, A. D.; MALLMANN, S.; GAZONI, I.; CAVALHEIRO, D.; RIGO, E. Effect of acid casein freezing on the industrial production of processed cheese. **International Dairy Journal**, v. 118, p. 105043, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105043>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694621000716>. Acesso em: 06 out. 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 249, p. 133-139, 26 dez. 2019.

BRASIL. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006, que oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 239, p. 8-30, 14 dez. 2006.

BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Aprova os regulamentos técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 9-10, 30 nov. 2018.

BRASIL. Portaria nº 359, de 04 de setembro de 1997. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do requeijão ou requesôn. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 172, p. 42-43, 08 set. 1997.

BRICKLEY, C. A.; GOVINDASAMY-LUCEY, S.; JAEGGI, J. J.; JOHNSON, M. E.; MCSWEENEY, P. L. H.; LUCEY, J. A. Influence of emulsifying salts on the textural properties of nonfat process cheese made from direct acid cheese bases. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 1, p. 39-48, jan. 2008. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0393>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030208714358>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BRITO, M. A.; GONZÁLEZ, F. D.; RIBEIRO, L. A.; CAMPOS, R.; LACERDA, L.; BARBOSA, P. R.; BERGMANN, R. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. **Ciência Rural**, v. 36, p. 942-948, jun. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000300033>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/qw8GQLHsnwBRBHWPtyBxYb/?lang=pt>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BUŇKA, F.; DOUDOVÁ, L.; WEISEROVÁ, E.; CERNIKOVA, M.; KUCHAR, D.; SLAVIKOVA, S.; NAGYOVÁ, G.; PONÍŽIL, P.; GRUBER, T.; MICHÁLEK, J. The effect of concentration and composition of ternary emulsifying salts on the textural properties of

processed cheese spreads. **Food science & technology**, v. 58, p. 247-255, set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.02.040>.

BUŇKA, F.; DOUDOVÁ, L.; WEISEROVÁ, E.; KUCHAR, D.; PONÍŽIL, P.; ZAČALOVÁ, D.; NAGYOVÁ, G.; PACHLOVÁ, V.; MICHÁLEK, J. The effect of ternary emulsifying salt composition and cheese maturity on the textural properties of processed cheese. **International Dairy Journal**, v. 29, p. 1-7, mar. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10028>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030216001545>. Acesso em: 07 jun. 2022.

ČERNÍKOVÁ, M.; NEBESÁROVÁ, J.; SALEK, R. N.; RIHÁČKOVÁ, L.; BUŇKA, F. Microstructure and textural and viscoelastic properties of model processed cheese with different dry matter and fat in dry matter content. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 4300-4307, jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12120>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217302904>. Acesso em: 07 jun. 2022.

ČERNÍKOVÁ, M.; SALEK, R. N.; KOZÁČKOVÁ, D.; BUŇKA, F. The effect of different agitations and temperature maintainings on viscoelastic properties of full-fat processed cheese spreads. **LWT**, v. 89, p. 244-247, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.054>.

CHEN, L.; LIU, H. Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese made from Mozzarella. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 4823-4830, set. 2012. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5480>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030212004961>. Acesso em: 07 jun. 2022.

CRUZ, A. G.; ZACARCHENCO, P. B.; OLIVEIRA, C. A. F.; CORASSIN, C. H. **Processamento de produtos lácteos**: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos funcionais. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2017, p. 93.

DALGLEISH, D. G. On the structural models of bovine's casein micelles-review and possible improvements. **Soft Matter** - The Royal Society of Chemistry, v. 7, p. 2265- 2272, jan. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1039/C0SM00806K>.

DALMINA, E. M.; MALTA, D. S.; SILVA, F. C.; TRIBST, A. A. L.; RIGO, E.; CAVALHEIRO, D. Sodium reduction in “Requeijão cremoso” processed cheese made from fresh and refrigerated sheep milk. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.16418>. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.16418>. Acesso em: 07 jun. 2022.

DIAS, R. S.; BALTHAZAR, C. F.; CAVALCANTI, R. N.; SOBRAL, L. A.; RODRIGUES, J. F.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; RIBEIRO, A. P. B.; GRIMALDI, R.; SANT'ANNA, C.; ESMERINO, E. A.; PIMENTEL, T. C.; SILVA, M. C.; CRUZ, A. G. Nutritional, rheological and sensory properties of butter processed with different mixtures of cow and sheep milk cream. **Food Bioscience**, v. 46, p. 101564, abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101564>.

FACCIA, M.; TRANI, A.; GAMBACORTA, G.; LOIZZO, P.; CASSONE, A.; CAPONIO, F. Production technology and characterization of Fior di latte cheeses made from sheep and goat milks. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n 3, p. 1402-1410, mar. 2015. DOI:

<https://doi.org/10.3168/jds.2014-7953>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030214008868>. Acesso em: 09 jun. 2022.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2018. Statistics database. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 7 jun. 2022.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2019. Statistics database. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 7 jun. 2022.

FAVA, L. W.; SERPA, P. B. S.; KÜLKAMP-GUERREIRO, I. C.; PINTO, A. T. Evaluation of viscosity and particle size distribution of fresh, chilled and frozen milk of Lacaune ewes.

Small Ruminant Research, v. 113, p. 247-250, jun. 2013. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.03.010>.

FERRÃO, L. L.; FERREIRA, M. V. S.; CAVALCANTI, R. N.; CARVALHO, A. F. A.; PIMENTEL, T. C.; SILVA, H. L. A.; SILVA, R.; ESMERINO, E. A.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; FREITAS, M. Q.; MENEZES, J. C. V.; CABRAL, L.

M.; MORAES, J.; SILVA, M. C.; MATHIAS, S. P.; RAICES, R. S. L.; PASTORE, G.

M.; CRUZ, A. G. The xylooligosaccharide addition and sodium reduction in requeijão cremoso processed cheese. **Food Research International**, v. 107, p. 137-147, mai. 2018.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.018>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399691830111X>. Acesso em: 07 jun. 2022.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T.M.; MCSWEENEY, P. L. H. Processed Cheese and Substitute or Imitation Cheese Products. In: FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; MCSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg: Aspen, 2000. p. 429-451.

FOX P. F.; GUINEE T. P.; COGAN T. M.; MCSWEENEY P. L. H. Processed cheese and substitute/imitation cheese products. In: **Fundamentals of cheese science**. Springer, Boston, 2017.

GUINEE, T. P.; O'BRIEN, B. The quality of milk for cheese manufacture. In: **Technology of cheese making**. 2. ed. Oxford and Ames, Iowa, 2010.

HAENLEIN, G. F.; W.; WENDORFF, W. L. Sheep milk. In: PARK, Y. W.; HAENLEIN, G. F. W. (Eds.), **Handbook of Non-Bovine Mammals**. Blackwell Publishing, Ames, IA, 2006. p. 137-194.

HONORIO, A. R.; PEREIRA, G. S.; LOPES, C. M. A.; GASPARETTO, B. R.; LIMA, D. C. N. de; TRIBST, A. A. L. How can previous knowledge about food science/technology and received information affect consumer perception of processed orange juice? **Journal of Sensory Studies**, v. 34, 2019. DOI: <https://doi-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/10.1111/joss.12525>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Estatísticas Estruturais e Temáticas em Empresas, Pesquisa Industrial Anual – Produto. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9044-pesquisa-industrial-anual-produto.html?=&t=downloads>. Acesso em: 21 out. 2022.

JOOYANDEH, H.; ABEROUMAND, A. Physico-Chemical, Nutritional, Heat Treatment Effects and Dairy Products Aspects of Goat and Sheep Milks. **World Applied Sciences Journal**, v. 11, p. 1316-1322, 2010.

KALIAPPAN, S.; LUCEY, J. A. Influence of mixtures of calcium-chelating salts on the physicochemical properties of casein micelles. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 4255-4263, set. 2011. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3343>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030211004383>. Acesso em: 07 jun. 2022.

LANGE, L.; CONNOR, K. O.; ARASON, S.; BUNDGÅRD-JØRGENSEN, U.; CANALIS, A.; CARREZ, D.; VIEIRA, H. Developing a sustainable and circular bio-based economy in EU: By partnering across sectors, upscaling and using new knowledge faster, and for the benefit of climate, environment & biodiversity, and people & business. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 8, p. 619066, jan. 2021.

LEE, S. K.; BUWALDA, R. J.; EUSTON, S. R.; FOEGEDING, E. A.; MCKENNA, A. B. Changes in the rheology and microstructure of processed cheese during cooking. **LWT - Food Science and Technology**, v. 36, p. 339-345, mai. 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(03\)00012-4](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(03)00012-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643803000124>. Acesso em: 14 jun. 2022.

LEE, S. K.; KLOSTERMEYER, H.; ANEMA, S. Effect of fat and protein-in-water concentrations on the properties of model processed cheese. **International Dairy Journal**, v. 50, p. 15-23, nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.06.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694615001193>. Acesso em: 07 jun. 2022.

LU, Y.; SHIRASHOJI, N.; LUCEY, J. A. Effects of pH on the textural properties and meltability of pasteurized process cheese made with different types of emulsifying salts. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 8, p. E363-E369, out. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00914.x>. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1750-3841.2008.00914.x>. Acesso em: 07 jun. 2022.

MALTA, D. S.; DALMINA, E. M.; SCHMEIER, M. N.; SEGUENKA, B.; STEFFENS, J.; BIANCHI, A. E.; TRIBST, A. A. L.; CAVALHEIRO, D.; RIGO, E. Impact of the preservation methods of sheep milk on the characteristics of Requeijão cremoso processed cheese. **International Dairy Journal**, v. 121, p. 105101, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105101>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694621001291>. Acesso em: 07 jun. 2022.

MAPA. Determinação de Lipídios em Leite e Produtos Lácteos Pelo Método

Butirométrico: Método de ensaio. Lanagro, 17 jul. 2014. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/legislacao-metodos-credenciados/arquivos-metodos-da-area-poa-iqa/met-poa-slav-0803-determinacao-de-lipidios-em-leite-e-produtos-lacteos-por-butirometria.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

MARCHESSEAU, S.; GASTALDI, E.; LAGAUDE, A.; CUQ, J. -L. Influence of pH on Protein Interactions and Microstructure of Process Cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1483-1489, ago. 1997. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76076-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76076-4). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030297760764>. Acesso em: 14 jun. 2022.

MASOODI, T. A.; SHAFI, G. Analysis of casein alpha S1 e S2 proteins from different mammalian species. **Bioinformation**, v. 4, n. 9, p. 430-435, mar. 2010. DOI: <https://doi.org/10.6026/97320630004430>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2951635/>. Acesso em: 07 jun. 2022.

MAURER-ROTHMANN, A.; SCHEURER, G. **Stabilization of Milk Protein Systems**. A JOHA Guide. Ludwigshafen: BK Giulini GmbH, 2005. 50p.

MILANI, F. X.; WENDORFF, W. L. Goat and sheep milk products in the United States (USA). **Small Ruminant Research**, v. 101, p. 134-139, nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.033>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448811003828>. Acesso em: 07 jun. 2022.

MOATSOU, G.; SAMOLADA, M.; KATSABEKI, A.; ANIFANTAKIS, E. Casein fraction of ovine milk from indigenous Greek breeds. **Le Lait**, v. 84, p. 285-296, mar. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1051/lait:2004006>. Disponível em: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895540/document>. Acesso em: 07 jun. 2022.

MOZURAITYTE, R.; BERGET, I.; MAHDALOVA, M.; GRØNSBERG, A.; ØYE, E. R.; GREIFF, K. Sodium reduction in processed cheese spreads and the effect on physicochemical properties. **International Dairy Journal**, v. 90, p. 45-55, mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.10.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694618302619>. Acesso em: 07 jun. 2022.

NAGYOVÁ, G.; BUŇKA, F.; SALEK, R. N.; ČERNÍKOVÁ, M.; BAČOVÁ, H.; KRÁČMAR, S. The effect of individual phosphate emulsifying salts and their selected binary mixtures on hardness of processed cheese spreads. **Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences**, v. 7, p. 191-196, nov. 2013. DOI: <https://doi.org/10.5219/312>. Disponível em: <https://potravinarstvo.com/journal1/index.php/potravinarstvo/article/view/312>. Acesso em: 07 jun. 2022.

NAGYOVÁ, G.; BUŇKA, F.; SALEK, R. N.; ČERNÍKOVÁ, M.; MANČÍK, P.; GRŮBER, T.; KUCHAR, D. Use of sodium polyphosphates with different linear lengths in the production of spreadable processed cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 111-112, jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7210>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213007807>. Acesso em: 14 jun. 2022.

OLIVEIRA, J. S. **Queijo: fundamentos tecnológicos**. Campinas: Ícone, p. 21-38, 1986.

PARK, Y. W. Rheological characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 73-87, mar. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448806002562>. Acesso em: 04 jun. 2022.

PARK, Y. W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 88-113, mar. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>.

PEREIRA, G. S.; HONORIO, A. R.; GASPARETTO, B. R.; LOPES, C. M. A.; LIMA, D. C. N. de; TRIBST, A. A. L. Influence of information received by the consumer on the sensory perception of processed orange juice. **Journal of Sensory Studies**, v. 34, jun. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/joss.12497>.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, abr. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000200020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/nrmhRjf7kXfPXszfrXmRh9m/?lang=pt>. Acesso em: 07 jun. 2022.

PULINA, G.; WILAN, J.; LAVÍN, P.; THEODORIDIS, A.; MORIN, E.; CAPOTE, J.; THOMAS, D. L.; FRANCESCONI, A. H. D.; CAJA, G. Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 1-15, 2018.

PURNA, S. K. G.; POLLARD, A.; METZGER, L. E. Effect of Formulation and Manufacturing Parameters on Process Cheese Food Functionality—I. Trisodium Citrate. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 2386-2396, jul. 2006. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72311-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72311-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030206723116>. Acesso em: 14 jun. 2022.

RAMOS, F. M.; HADDAD, F. F.; RAMOS, R. A.; PINTO, S. M. Adequacy of creamy requeijão cheese to the Standards of identity and quality and the labeling Standards. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 389, p. 5-14, 2012.

RAMOS, M.; JUAREZ, M. Sheep Milk. In: FUQUAY, J. W. Milk. **Encyclopedia of Dairy Sciences**, Academic Press, 2 ed., p. 494-502, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00314-9>.

RANADHEERA, C. S.; NAUMOVSKI, N.; AJLOUNI, S. Non-bovine milk products as emerging probiotic carriers: Recent developments and innovations. **Current Opinion in Food Science**, v. 22, p. 109-114, ago. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.02.010>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799318300110>. Acesso em: 07 jun. 2022.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; PARK, Y. W.; GAUCHERON, F.; BOUHALLAB, S. Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 207-220, mar. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448806002471>. Acesso em: 07 jun 2022.

SÁDLÍKOVÁ, I.; BUŇKA, F.; BUDINSKÝ, P.; BARBORA, V.; PAVLÍNEK, V.; HOZA, I. The effect of selected phosphate emulsifying salts on viscoelastic properties of processed cheese. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p. 1220-1225, out. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.04.012>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381000143X>. Acesso em: 07 jun. 2022.

SALEK, R. N.; ČERNÍKOVÁ, M.; MADĚROVÁ, S.; LAPČÍK, L.; BUŇKA, F. The effect of different composition of ternary mixtures of emulsifying salts on the consistency of processed cheese spreads manufactured from Swiss-type cheese with different degrees of maturity. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 3274-3287, mai. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10028>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030216001545>. Acesso em: 07 jun. 2022.

SALEK, R. N.; ČERNÍKOVÁ, M.; PACHLOVÁ, V.; BUBELOVÁ, Z.; KONEČNÁ, V.; BUŇKA, F. Properties of spreadable processed Mozzarella cheese with divergent compositions of emulsifying salts in relation to the applied cheese storage period. **LWT**, v. 77, p. 30-38, abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.019>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816306909>. Acesso em: 04. jun. 2022.

SELVAGGI, M.; LAUDADIO, V.; DARIO, C.; TUFARELLI, V. Investigating the genetic polymorphism of sheep milk proteins: a useful tool for dairy production. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 3090-3099, mai. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6750>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.6750>. Acesso em: 04 jun. 2022.

SHIRASHOJI, N.; JAEGGI, J. J.; J.A.; LUCEY, J. A. Effect of Trisodium Citrate Concentration and Cooking Time on the Physicochemical Properties of Pasteurized Process Cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 15-28, jan. 2006. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72065-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72065-3). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030206720653>. Acesso em: 14 jun. 2022.

SHIRASHOJI, N.; JAEGGI, J. J.; J.A.; LUCEY, J. Effect of sodium hexametaphosphate concentration and cooking time on the physicochemical properties of pasteurized process cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 2827-2837, jul. 2010. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2960>.

SILVA, R. C. S. N.; MINIM, V. P. R.; VIDIGAL, M. C. R. T.; SIMIQUELI, A. A.; SILVA, A. N.; MINIM, L. A. Prediction of texture sensory from instrumental measurements in processed cheeses with different fat contents. **Journal of Food Studies**, v. 1, p. 47-68,

2012. DOI: <https://doi.org/10.5296/jfs.v1i1.2219>. Disponível em: <https://www.macrothink.org/journal/index.php/jfs/article/view/2219>. Acesso em: 07 jun. 2022.

SILVA, R.; ROCHA, R. S.; GUIMARÃES, J. T.; BALTHAZAR, C. F.; RAMOS, G. L. P. A.; SCUDINO, H.; PIMENTEL, T. C.; AZEVEDO, E. M.; SILVA, M. C.; CAVALCANTI, R. N.; ALVARENGA, V. O.; DUARTE, M. C. K. H.; ESMERINO, E. A.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G. Ohmic heating technology in dulce de leche: Physical and thermal profile, microstructure, and modeling of crystal size growth. **Food and Bioproducts Processing**, v. 124, p. 278-286, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.09.001>.

SOARES, M. B.; ALMADA, C. N.; ALMADA, C. N.; MARTINEZ, R. C. R.; PEREIRA, E. P. R.; BALTHAZAR, C. F.; CRUZ, A. G.; RANADHEERA, C. S.; SANT'ANA, A. S. Behavior of different *Bacillus* strains with claimed probiotic properties throughout processed cheese ("requeijão cremoso") manufacturing and storage. **International Journal of Food Microbiology**, v. 307, p. 108288, out. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108288>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816051930220X>. Acesso em: 06 out. 2022.

TALBOT-WALSH, G.; KANNAR, D.; SELOMULYA, C. A review on technological parameters and recent advances in the fortification of processed cheese. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, p. 193-202, nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.09.023>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224417307264>. Acesso em: 14 jun. 2022.

TORRES, F. R.; ESMERINO, E. A.; THOMAS CARR, B.; FERRÃO, L. L.; GRANATO, D.; PIMENTEL, T. C.; BOLINI, H. M. A.; FREITAS, M. Q.; CRUZ, A. G. Rapid consumer-based sensory characterization of requeijão cremoso, a spreadable processed cheese: Performance of new statistical approaches to evaluate check-all-that-apply data. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 6100-6110, ago. 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12516>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217305404>. Acesso em: 07 jun. 2022.

TRIBST, A. A. L.; FALCADE, L. T. P.; CARVALHO, N. S.; LEITE JÚNIOR, B. R. de C.; OLIVEIRA, M. M. de. Are stirring and homogenisation processes capable of improving physicochemical and sensory characteristics of stirred yoghurt produced with fresh, refrigerated and frozen/thawed sheep milk? **International Dairy Journal**, v. 109, p. 104778, out. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104778>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694620301485>. Acesso em: 07 jun. 2022.

TRIBST, A. A. L.; FALCADE, L. T. P.; CARVALHO, N. S.; LEITE JÚNIOR, B. R. de C.; OLIVEIRA, M. M. de. Manufacture of a Fermented Dairy Product Using Whey from Sheep's Milk Cheese: An Alternative to Using the Main By-product of Sheep's Milk Cheese Production in Small Farms. **International Dairy Journal**, v. 111, p. 104833, dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104833>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095869462030203X>. Acesso em: 08 jun. 2022.

TRIBST, A. A. L.; RIBEIRO, L. R.; LEITE JUNIOR, B. R. de C.; OLIVEIRA, M. M. de, CRISTIANINI, M. Fermentation profile and characteristics of yoghurt manufactured from frozen sheep milk. **International Dairy Journal**, v. 78, p. 36-45, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.10.005>.

VAN DENDER, A. G. F. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos**: Tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado. 2. ed. São Paulo: Setembro Editora, 2014. p. 448.

VAN DENDER, A. G. F. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos**: tecnologia de fabricação, controle do processo e aspectos de mercado. Fonte Comunicações e Editora, 2006, p. 392.

VAN DENDER, A. G. F.; GALLINA, D. A.; ZACARCHENCO, P. B. Características dos sais fundentes e seu papel na obtenção de queijos processados. In: VAN DENDER, A. G. F. **Requeijão cremoso e outros queijos fundidos**: Tecnologia de fabricação, controle de processo e aspectos de mercado. 2. ed. São Paulo: Setembro Editora, 2014. p. 29.

VAN DENDER, A. G. F., SPADOTI, L. M., ZACARCHENCO, P. B., TRENTA, F. K. H. S., ORMENESE, R. C. S. C., MORGANO, M. A. Effects of emulsifying salts on the characteristics of processed cheese without added fat and reduced sodium. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, p. 38-47, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5935/2238-6416.20120048>.

Vidal, L.; Jaeger, S. R.; Antúnez, L.; Giménez, A.; Ares, G. Product spaces derived from projective mapping and CATA questions: Influence of replicated assessments and increased number of study participants. **Journal of Sensory Studies**, v. 31, p. 373-381, jul. 2016. DOI: <https://doi-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/10.1111/joss.12220>.

ZEHREN, V. L.; NUSBAUM, D. D. **Process Cheese**. Madison: Cheese Reporter Publishing Company, 1992.

ZHANG, R. H.; MUSTAFA, A. F.; NG-KWAI-HANG, K. F.; ZHAO, X. Effects of freezing on composition and fatty acid profiles of sheep milk and cheese. **Small Ruminant Research**, v. 64, p. 203-210, ago. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.04.025>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448805001720>. Acesso em: 07 jun. 2022.

ZHONG, Q.; DAUBERT, C. R. Kinetics of rennet casein gelation at different cooling rates. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 279, 2. ed., p. 88-94, nov. 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.06.059>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021979704005776>. Acesso em: 06 out. 2022.

WALTER, L.; NARAYANA, V. K.; FRY, R.; LOGAN, A.; TULL, D.; LEURY, B. Milk fat globule size development in the mammary epithelial cell: a potential role for ether

phosphatidylethanolamine. **Scientific Reports**, v. 10, p. 12299, jul. 2020. DOI: <https://doi-org.ez74.periodicos.capes.gov.br/10.1038/s41598-020-69036-5>. Disponível em: <https://www-nature.ez74.periodicos.capes.gov.br/articles/s41598-020-69036-5>. Acesso em: 06 out. 2022.

WEISEROVÁ, E.; DOUDOVÁ, L.; GALIOVÁ, L.; ŽÁK, L.; MICHÁLEK, J.; JANIŠ, R.; BUŇKA, F. The effect of combinations of sodium phosphates in binary mixtures on selected texture parameters of processed cheese spreads. **International Dairy Journal**, v. 21, p. 979-986, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.06.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694611001828>. Acesso em 08 jun. 2022.