

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Manuela Rotili da Silveira

**Potencial de elaboração e características de queijo marrom (tipo *Brunost*) pela  
indústria láctea brasileira: uma revisão**

Florianópolis

2022

Manuela Rotili da Silveira

**Potencial de elaboração e características de queijo marrom (tipo *Brunost*) pela indústria láctea brasileira: uma revisão**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciência de Alimentos

Orientadora: Profª. Elane Schwinden Prudêncio, Dra.

Coorientadora: Profª. Carmen Maria Olivera Müller, Dra.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Silveira, Manuela Rotili da

Potencial de elaboração e características de queijo marrom (tipo Brunost) pela indústria láctea brasileira : uma revisão / Manuela Rotili da Silveira ; orientadora, Elane Schwinden Prudêncio, coorientadora, Carmen Maria Olivera Müller, 2022.

37 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2. Queijo marrom. 3. Brunost. 4. Soro de leite. 5. Leite. I. Prudêncio, Elane Schwinden. II. Müller, Carmen Maria Olivera. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. IV. Título.



Manuela Rotili da Silveira

**Potencial de elaboração e características de queijo marrom (tipo *Brunost*) pela indústria láctea brasileira: uma revisão**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência de Alimentos” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos

Florianópolis, 21 de março de 2022.

---

Profa. Ana Carolina de Oliveira Costa, Dra  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Profa. Carmen Maria Olivera Müller, Dra  
Coorientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Profa. Carlise Beddin Fritzen Freire, Dra  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Profa. Vivian Maria Burin, Dra  
Avaliadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos pesquisadores que contribuíram com os materiais consultados neste trabalho, compartilhando ciência e preservando a cultura alimentar.

Sou muito agradecida à professora Elane, que neste momento delicado e desafiador, respeitou meu tempo, me acolheu e teve paciência em me guiar com este trabalho. Por mais que não tenhamos compartilhado do espaço físico de uma aula presencial, transmitiu seus conhecimentos da fascinante área de leites e aceitou-me como integrante do seu laboratório, realizando um desejo que cultivava desde o início da minha graduação.

Sou grata a todos os colegas que ao longo destes anos troquei vivências nas atividades da empresa júnior, na organização de eventos e no Centro Acadêmico do curso. Aos professores, servidores, bibliotecários e monitores da universidade, que compõem este espaço de aprendizado gratuito e de qualidade, sendo além de profissionais dedicados, pessoas amistosas. Agradeço em especial à professora Carmen, pelos saberes transmitidos e pelo envolvimento com nosso curso, me fazendo sentir pertencente a este coletivo e ao Jonas, que sempre esteve solícito em auxiliar com quaisquer questões secretariais, facilitando a que parecia tão distante jornada de conclusão do curso.

Agradeço às amigas e colegas da universidade que me deram ânimo para sempre prosseguir e aos indivíduos que conheci na área de serviço de A&B, esta que reforçou meu fascínio pelos alimentos e todas suas possibilidades.

Agradeço a minha família, aos meus pais Adroaldo e Ana, sinônimos de lar, que me proporcionaram os meios necessários para que realizasse minha graduação em meu próprio tempo, sempre me oferecendo a segurança para que este e quaisquer outros caminhos de interesse pudessem ser desbravados. Às minhas irmãs Mariana e Marília, meus maiores exemplos e incentivadoras. À Cora pela “cão terapia” de todos os dias. Ao meu estudioso tio Celso, a quem fui pupila da desafiadora matemática durante a pandemia, antes de ele nos deixar neste plano.

Por fim, agradeço ao meu parceiro Pedro, por compartilhar das qualidades criativas e da curiosidade e ter me presenteado com uma unidade de queijo, que de *souvenir*, se tornou o objeto de estudo para desenvolver este trabalho.

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica baseada nas recomendações do método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* (Prisma). Nesta revisão a pergunta norteadora foi: “O que é o queijo marrom (tipo *Brunost*) e qual a sua possibilidade de elaboração pela indústria brasileira” Os critérios de busca foram relacionados a artigos em todos os idiomas sem delimitação de data. Neste trabalho foram utilizadas palavras-chaves como “leite”, “*milk*”, “leite de cabra”, “*goat milk*”, “soro de leite”, “*whey*”, “*brown cheese*” e “*Brunost*”. O resultado desta revisão sistemática gerou conteúdo bibliográfico dos anos de 1998 a 2020, sendo abordados os seguintes temas sobre os queijos marrons (tipo *Brunost*): definição, origem, tecnologias de obtenção, suas características e uma abordagem sobre a sua elaboração futura pela indústria láctea brasileira. Ao final deste trabalho, pode-se verificar que o queijo marrom apresenta potencial para ser elaborado futuramente pela indústria láctea brasileira.

**Palavras chaves:** Leite. Soro lácteo. Queijo marrom. *Brunost*.

## ABSTRACT

The objective of this undergraduate thesis was to carry out a literature review based on the recommendations of the *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* (Prisma) method. In this review, the guiding question was: "What is brown cheese (*Brunost* type) and what is its possibility of elaboration by the Brazilian industry?" The search criteria were related to articles in all languages without date delimitation. In this work we used keywords such as "milk", "goat milk", "whey", "brown cheese" and "*Brunost*". The result of this systematic review generated bibliographic content from 1998 to 2020, addressing the following topics about brown cheese (*Brunost* type): definition, origin, obtaining technologies, its characteristics, and an approach to its future elaboration by the Brazilian dairy industry. At the end of this work, it can be verified that the brown cheese has the potential to be elaborated in the future by the Brazilian dairy industry.

**Keywords:** Milk. Whey. Brown cheese. *Brunost*.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Critérios de inclusão estabelecidos na revisão bibliográfica.....	15
<b>Figura 2</b> - Aparência dos queijos tipo <i>Brunost</i> .....	16
<b>Figura 3</b> - Forma tradicional da elaboração de queijo marrom ( <i>Brunost</i> ).....	20
<b>Figura 4</b> - Representação esquemática dos equipamentos para concentração em tanque encamisado a vácuo e trocadores de calor de superfície raspada empregados na elaboração de queijos marrons ( <i>Brunost</i> ).....	21
<b>Figura 5</b> - Fluxograma representando as principais etapas do processo na produção de queijos marrons ( <i>Brunost</i> ), (A) etapas gerais de elaboração, (B) produção de queijo artesanal e (C) produção industrial.....	22
<b>Figura 6</b> - Representação esquemática das seções e passagem do soro lácteo através do trocador de calor de placas.....	23
<b>Figura 7</b> - Representação do evaporador de duas etapas filme de descendente empregado na elaboração de queijos marrons ( <i>Brunost</i> ).....	25
<b>Figura 8</b> - Etapa de embalagem e resfriamento final de queijos marrons ( <i>Brunost</i> ).....	26
<b>Figura 9</b> - Micrografias de luz polarizada de cristais de lactose em queijo marrom. Aumento: 10x.....	29
<b>Figura 10</b> - Representação dos anômeros $\alpha$ - e $\beta$ - lactose.....	30
<b>Figura 11</b> - Produtos da reação de Maillard da lactose.....	32

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Denominações dos queijos marrons conforme a composição láctea presente.....	18
<b>Quadro 2</b> - Traduções de palavras do idioma norueguês para português, resultando nas diferentes denominações de queijos marrons.....	19
<b>Quadro 3</b> - Defeitos comuns de queijo marrom ( <i>Brunost</i> ).....	27

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Exemplo da composição físico-química de diferentes denominações de queijos marrons .....	19
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2. 1 Objetivos gerais.....</b>	<b>13</b>
<b>2. 1 Objetivos específicos .....</b>	<b>13</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>4. 1 Definição e origem .....</b>	<b>16</b>
<b>4. 2 Tecnologia de obtenção e características dos queijos marrons .....</b>	<b>20</b>
<b>4. 3 Considerações finais .....</b>	<b>33</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O soro lácteo, considerado produto secundário da indústria láctea, é o líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos ou de caseína. Neste processo não há conversão de 100% dos nutrientes presentes no leite para o produto queijo, pois de cada 10 litros de leite são obtidos em média de 1 a 2 kg de queijo, sendo o restante soro (8 a 9 litros). O soro lácteo é reconhecido por apresentar elevados teores de aminoácidos sulfurados presentes em suas proteínas, caracterizando-as assim como de alto valor biológico. Contudo, o soro lácteo também é reconhecido como um potencial poluente para o meio ambiente, quando não descartado de maneira adequada.

Alternativas para a utilização do leite e do soro lácteo visando os seus melhores aproveitamentos têm gerado interesse tanto para o produtor, quanto para o setor industrial e científico. No mundo inteiro, principalmente os laticínios de médio e grande porte, trabalham com diversos tipos de produtos, a fim de que possam competir com o mercado externo. No Brasil, é preciso que no setor lácteo haja o lançamento ainda de novos produtos, como por exemplo, o queijo marrom (tipo *Brunost*).

O queijo marrom (*Brunost*) é uma variedade de queijo de soro lácteo, originária da Noruega e produzida em países escandinavos. Este tipo de queijo é caracterizado por apresentar um corpo firme, porém macio ao corte, com sabor adocicado que remete a caramelo. Este queijo apresenta diferentes denominações que são variáveis de acordo com a formulação utilizada, principalmente com relação à combinação de soro lácteo com leite e/ou creme de leite, produzidos a partir da mistura de derivados lácteos de vaca ou cabra. Assim, este trabalho de revisão bibliográfica apresentará dados que possam futuramente incentivar a indústria láctea a produzir e comercializar este tipo de queijo. Desta forma, poder-se-ia ter como vantagens além do aproveitamento do soro lácteo, a produção de um queijo capaz de melhorar até mesmo sabores e odores contidos no soro lácteo, leite e creme de leite de cabra, aumentando sua aceitabilidade pelos consumidores. Também a elaboração futura de queijo marrom (tipo *Brunost*) por indústrias de laticínios que empregam leite de diferentes espécies, viria contribuir para o aumento da oferta de um produto inovador, utilizando o soro lácteo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do projeto trata-se de uma revisão da literatura sobre o potencial de elaboração do queijo marrom (tipo *Brunost*) pela indústria láctea brasileira, empregando as recomendações do método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* (Prisma).

### 2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta revisão bibliográfica foram os seguintes:

- (a) Realizar revisão bibliográfica sobre a definição e origem de queijos marrons;
- (b) Descrever as tecnologias de obtenção e características dos queijos marrons; e
- (c) Discorrer sobre o futuro potencial de elaboração de queijo marrom pela indústria brasileira.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho de conclusão de curso trata de uma revisão da literatura, baseada nas recomendações do método *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* (Prisma), adaptado de Galvão, Pansani e Harrad (2015), considerou as seguintes etapas: (1) formulação da pergunta norteadora; (2) localização e seleção dos estudos; (3) avaliação crítica dos estudos; (4) coleta de dados; (5) análise dos dados; (6) síntese e apresentação dos dados; (7) redação do trabalho de conclusão de curso. Desta forma, estabeleceu-se a pergunta norteadora: “O que é o queijo marrom (tipo *Brunost*) e qual a sua possibilidade de elaboração pela indústria brasileira?”.

A seleção dos documentos foi realizada durante os meses de setembro de 2021 a fevereiro de 2022. Os critérios de busca foram relacionados a artigos em todos os idiomas sem delimitação de data. Foram considerados apenas estudos originais completos. Os dados compilados neste trabalho de conclusão de curso foram obtidos das principais bases de dados internacionais, como por exemplo, Scielo, ScienceDirect e Wiley. Além disso, foram realizadas pesquisas em livros, e-books, trabalhos de conclusão de curso, legislações, entre outros, todos disponibilizados em sites, base de dados, bem como da Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Para este trabalho foram utilizadas palavras-chaves como “leite”, “*milk*”, “leite de cabra”, “*goat milk*”, “soro de leite”, “*whey*”, “*brown cheese*” e “*Brunost*”. Com os materiais obtidos realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema proposto.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho a busca totalizou 116 materiais bibliográficos, sendo que destes, 85 foram excluídos após leitura dos títulos e resumos, bem como devido às duplicidades e por não se adequarem aos demais critérios de inclusão estabelecidos, conforme descrito na Figura 1. Os 31 artigos restantes foram lidos na íntegra e 17 foram incluídos nesta revisão. As características dos estudos como autor e ano de publicação encontram-se no item referências deste trabalho. A maioria dos trabalhos selecionados foram teóricos, sendo que os anos de publicação variaram entre 1998 e 2020. Desta forma, esta abordagem contribuiu para que possíveis fontes de variação nos parâmetros fossem diminuídas, no entanto, sendo realizada uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema proposto.

**Figura 1** – Critérios de inclusão estabelecidos na revisão bibliográfica.

- Ⓐ IDENTIFICAÇÃO → Estudos a partir dos descritores com auxílio do operador booleano “AND”, livros, e-books, legislação, capítulos de livro, artigos científicos
- Ⓑ SELEÇÃO → Estudos eliminados após leitura do título, depois da leitura do resumo, por duplicidade, incompletos e indisponíveis
- Ⓒ ELEGIBILIDADE → Estudos selecionados para leitura completa
- Ⓓ EXCLUSÃO OU INCLUSÃO → Estudos incluídos nesta revisão

**Fonte:** A autora.

#### 4. 1 Definição e origem

O *Brunost*, que significa queijo marrom no idioma norueguês (Figura 2), também conhecido como *Mysost*, é um produto lácteo que pertence aos queijos provenientes também do soro lácteo. É relatado que no ano de 1863, Anne Haav, uma jovem camponesa do vale de Gudbrandsalen, na Noruega, foi a responsável pela ideia de acrescentar creme de leite ao soro lácteo previamente concentrado por evaporação. Assim, deu-se origem a um produto mais lucrativo para as fazendas leiteiras do que a venda de manteiga. Sendo produzido desde a década de 90 do século XX pelas as indústrias lácteas, estes queijos marrons são popularizados e amplamente produzidos nos países da península Escandinava (RAGE, 1999).

**Figura 2** - Aparência dos queijos tipo *Brunost*.



**Fonte:** Miltsova (2012).

A elaboração do queijo *Brunost* baseia-se essencialmente em um processo de concentração de sólidos, semelhante à do doce de leite, sendo ambos caracterizados pela coloração marrom e sabor adocicado, proveniente das reações de escurecimento não enzimático. Os queijos marrons são queijos com texturas mais firmes, para corte, ou cremosas, para untar (JIMÉNEZ, 2014). As composições destes tipos de queijos variam com relação ao tipo de matéria prima, à quantidade de sólidos totais e ao grau de escurecimento. Essas variações são responsáveis por denominações diferenciadas (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017), que estão descritas no Quadro 1.

Dentre os queijos marrons, algumas variedades são elaboradas exclusivamente de produtos lácteos de vaca, como o *Flotemysost*, ou somente de cabra, como o *Gjetost*, enquanto outras também são compostas pela mistura de leite, creme de leite e/ou soro lácteo de ambos animais (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017). Existem também queijos marrons que são adicionados de açúcar e outros ingredientes, como por exemplo, o *Caramore* que contém soro lácteo de vaca, leite de cabra, creme de leite de vaca, leite de vaca, açúcar, e regulador de acidez (ácido láctico) (TINE, 2021). Através da tradução do idioma norueguês para o português, podem-se compreender melhor as denominações de cada queijo marrom (Quadro 2). Uma das denominações mais tradicionais é a de *Gudbrandsdalsost*, em homenagem ao vale onde é relatado ter origem o primeiro tipo deste tipo de queijo (PINTADO; MACEDO; MALCATA, 2001).

Alguns tipos de queijos marrons apresentam como característica a espalhabilidade, como por exemplo, o *Primost*, na Noruega, ou, *Messmör*, na Suécia (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017). Para elaborar estes tipos de queijos marrons, o soro de leite é aquecido por menor tempo, resultando então num queijo com maior teor de água, em torno de 30%, e com 10% de gordura (RAGE, 1999).

De maneira geral, o queijo *Brunost* é descrito de gosto doce, sabor típico de alimento cozido, além de certa “picância” quando obtido do leite de cabra, soro lácteo de cabra e/ou creme de leite de cabra (ROBINSON; WILBEY, 1998). O sabor mais intenso correlacionado com o teor de ácidos graxos livres do leite cabra pode ser prejudicial à qualidade organoléptica do produto (BAKKENE; STEINSHOLT, 1975 *apud* PINTADO; MACEDO; MALCATA, 2001). Segundo Abrahamsen *et al.* (2008 *apud* SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017), os compostos de sabor mais marcantes nestes queijos marrons obtidos do leite de cabra, soro lácteo de cabra e/ou creme de leite de cabra, foram identificados como álcool furfurílico, 2-heptanona, butanoato de metila, furfural e 2-nonanona, determinados por espectrometria da cromatografia-massa do gás (GC-MS).

**Quadro 1** – Denominações dos queijos marrons conforme a composição láctea presente.

<b>Composição láctea</b>	<b>Denominação</b>								
	<i>Gjetost</i>	<i>Flotemysost</i>	<i>Blandet Gjetost</i>	<i>Gudbrandsdalost</i>	<i>Mager-Mysost</i>	<i>Pultost Surost e Suprim</i>	<i>Ekte Geitost</i>	<i>Gudbrandsdalen</i>	
Soro lácteo de vaca		X		X	X	X		X	
Soro lácteo de cabra	X		X				X		
Creme de leite de vaca		X	X	X				X	
Creme de leite de cabra							X		
Leite integral de vaca		X			X				
Leite desnatado de vaca						X		X	
Leite desnatado de cabra	X						X	X	

**Fonte:** Adaptado de Robinson e Wilbey (1998).

**Quadro 2** - Traduções de palavras do idioma norueguês para português, resultando nas diferentes denominações de queijos marrons.

Idioma original (norueguês)	Tradução (português)
<i>Brun</i>	Queijo
<i>Ost</i>	Marrom
<i>Myse</i>	Soro de leite
<i>Gje ou Gie</i>	Cabra
<i>Flote</i>	Creme

Fonte: Autoria própria (2021).

A composição do queijo tipo *Brunost* é variável com a sua denominação, em decorrência dos diferentes ingredientes utilizados (Tabela 1), mas de maneira geral contém o teor médio de sólidos totais de 70 g/100g, o teor de lipídios em torno de 28 g/100g, na forma tradicional, enquanto a versão *light* apresenta 16 g/100g; o teor de proteína entre 10 g/100g e 13 g/100g; e o teor de carboidratos entre 35 g/100g e 44 g/100g (TINE, 2021) com o pH entre 5,1 a 5,7 (JELEN; BUCCHEIM, 1976 *apud* PINTADO; MACEDO; MALCATA, 2001).

**Tabela 1** – Exemplo da composição físico-química de diferentes denominações de queijos marrons.

		Denominação		
		<i>Gudbrandsdalsost</i>	<i>Ekte Geitost</i>	<i>Fløtemysost Lett (Light)</i>
Valor energético	KJ	1835	1936	1556
	Kcal	441	440	371
Carboidratos	g/100g	35	36	44
Proteínas	g/100g	10	13	12
Lipídios totais	g/100g	28	27	16
Lipídios saturados	g/100g	19	18	10
Sódio	g/100g	0,7	0,8	0,9

Fonte: TINE (2021).

## 4.2 Tecnologia de obtenção e características dos queijos marrons

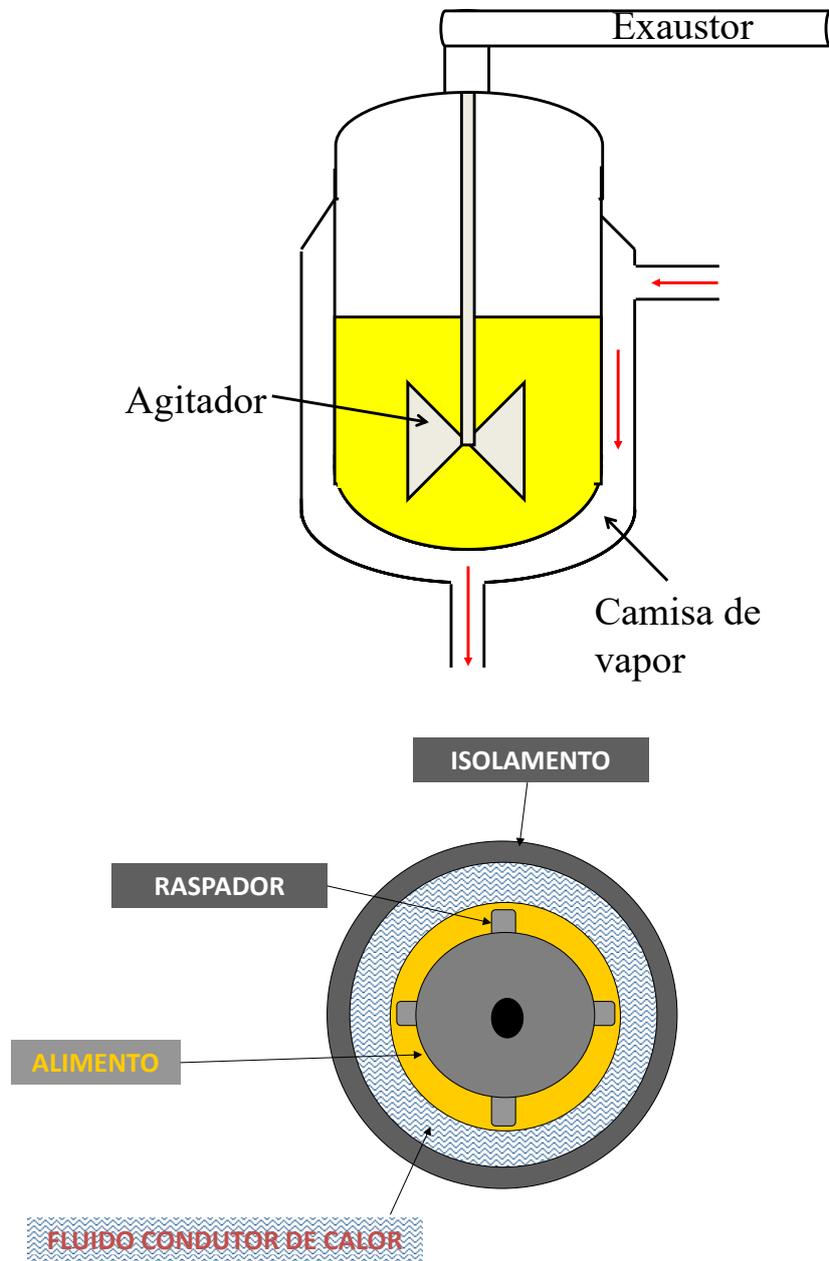
Os primeiros queijos marrons foram elaborados em tachos de ferro sobre o fogo por horas, resultando num produto que já foi considerado fonte de ferro na dieta dos noruegueses (Figura 3). Entretanto, tachos de aço inoxidável substituíram os de ferro, sendo produzidos em batelada. Com o tempo, novas tecnologias de produção industrial ficaram disponíveis, sendo utilizado equipamento como, por exemplo, os evaporadores a vácuo e os trocadores de calor de superfície raspada (Figura 4). Desta forma, recentemente a maior parte do queijo tipo *Brunost* é elaborado em linha de produção contínua. Contudo, alguns produtores artesanais ainda utilizam os métodos artesanais, em pequena escala, permanência a tradição do vale de Gudbrandsdale (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017). Em produções artesanais os queijos são prensados em formas, podendo nesta etapa serem armazenados em moldes com diferentes padrões, como caixas de madeira entalhadas ou carimbados com desenhos, caracterizando a fazenda produtora (OTTESEN; HØBERG, 2020).

**Figura 3** - Forma tradicional da elaboração de queijo marrom (*Brunost*).



Fonte: Adaptado de Snare (2005?).

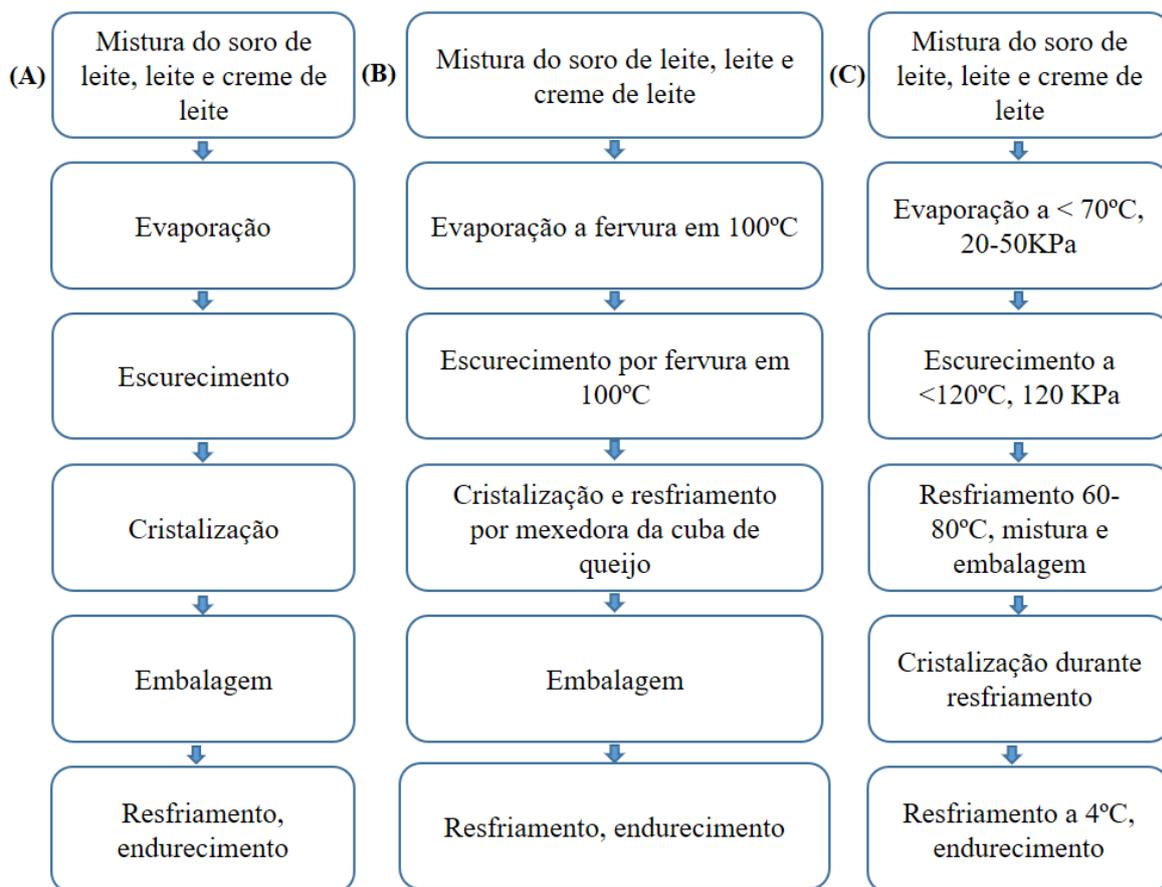
**Figura 4** – Representação esquemática dos equipamentos para concentração em tanque encamisado a vácuo e trocadores de calor de superfície raspada empregados na elaboração de queijos marrons (*Brunost*).



Fonte: A autora.

Na Figura 5 tem-se descritas as etapas de elaboração de queijos marrons. Na elaboração dos queijos marrons não são utilizadas culturas bacterianas ou períodos de maturação. Além disso, as variedades que levam o leite de vaca e/ou leite de cabra têm as mesmas etapas de obtenção, com formulações semelhantes, não necessitando de equipamentos diferentes para a produção destes queijos (FORBORD, 2003).

**Figura 5** - Fluxograma representando as principais etapas do processo na produção de queijos marrons (*Brunost*), (A) etapas gerais de elaboração, (B) produção de queijo artesanal e (C) produção industrial.

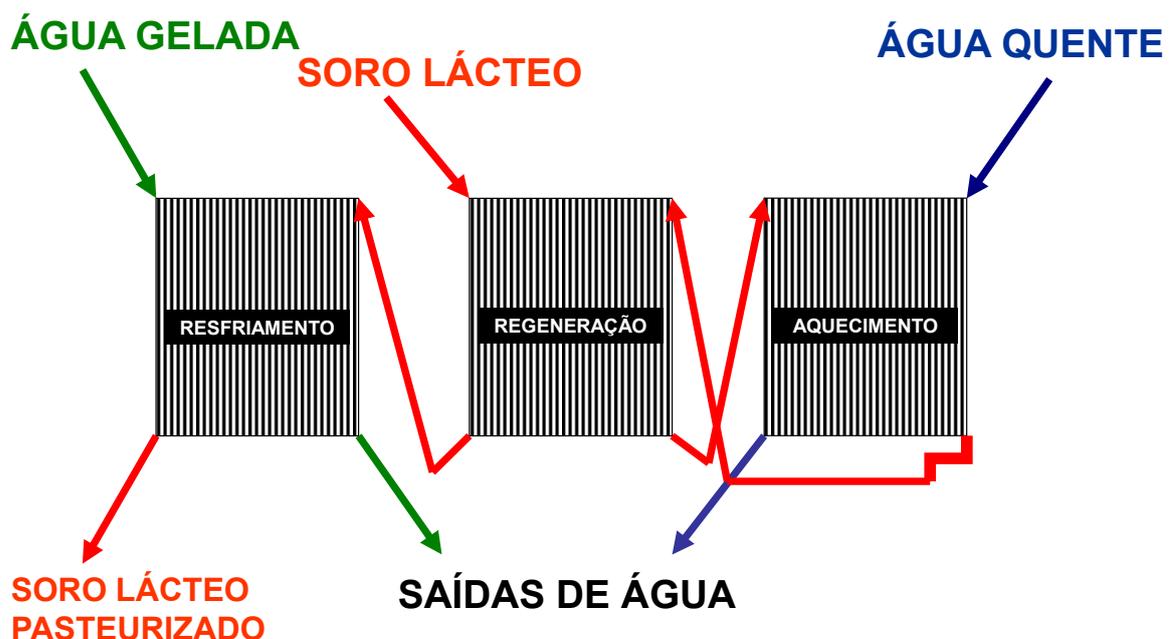


Fonte: Adaptado de Skeie e Abrahamsen (2017).

Para a elaboração de queijos marrons industriais, o soro de leite de cabra ou vaca, proveniente de queijarias, é transportado a 4°C em tanques isotérmicos refrigerados e, na indústria é filtrado. A etapa seguinte consiste no tratamento térmico de pasteurização em

trocador de calor de placas (Figura 6), onde o soro lácteo atinge temperatura de 75°C, obtendo 34°C na sessão de regeneração e é resfriado a 4°C (JIMÉNEZ, 2014). O soro lácteo, considerado produto secundário da indústria de laticínios, é o líquido residual obtido a partir da coagulação do leite destinado à fabricação de queijos ou de caseína (CARVALHO; PRAZERES; RIVAS, 2013). Neste processo não há conversão de 100% dos nutrientes presentes no leite para o produto queijo, pois de cada 10 litros de leite são obtidos em média de 1 a 2 kg de queijo, sendo o restante soro de leite (8 a 9 litros). O soro lácteo é reconhecido por apresentar elevados teores de aminoácidos sulfurados presentes em suas proteínas, caracterizando-as assim como o leite, de alto valor biológico (SINHA *et al.*, 2007). Entretanto, Trindade *et al.* (2019) afirmaram que a composição físico-química depende de vários fatores, como o processo de fabricação do queijo, o tipo de leite e as condições dos animais e ambiente em que vivem. Ming (2000) afirma que os teores de aminoácidos essenciais do soro estão de acordo com as exigências da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*, FAO) e da Organização Mundial de Saúde (OMS).

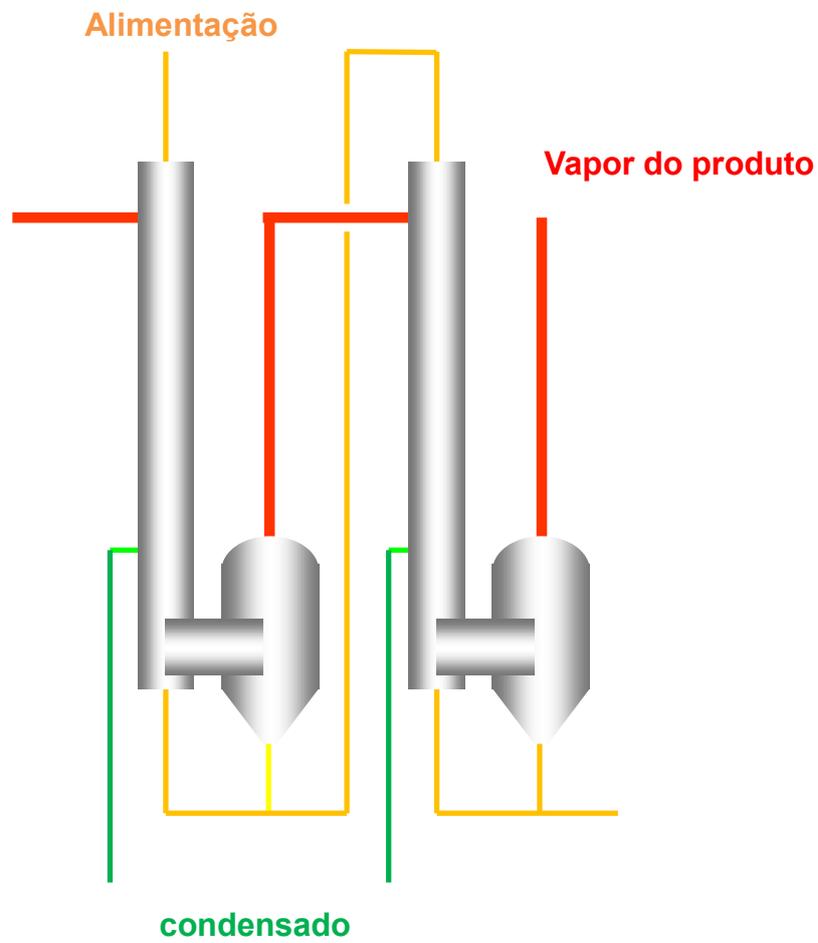
**Figura 6** – Representação esquemática das seções e passagem do soro lácteo através do trocador de calor de placas.



Fonte: A autora.

A etapa de concentração (evaporação), na elaboração de queijos marrons resulta na obtenção de um produto com até 80% de sólidos totais (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017). Skeie e Abrahamsen (2017) relataram que o soro lácteo pode ser inicialmente concentrado por osmose reversa antes de ser misturado aos outros ingredientes. Quando a temperatura de aquecimento é de aproximadamente 70°C, ocorre a agregação e desnaturação das proteínas do soro de maneira irreversível. Com a evaporação, há aumento dos sólidos totais e conseqüentemente, a concentração das proteínas do soro. A presença de ácidos graxos aumenta a temperatura de desnaturação das proteínas (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017), o que também ocorre quando as proteínas do soro se associam com micelas de caseína (FENNEMA, 2010). Industrialmente, evaporadores de duas etapas (Figura 7) podem também serem utilizados na elaboração de queijos marrons, anteriormente ao uso do tanque encamisado a vácuo ou trocador de calor de superfície raspada (SCOTT, *et al.*, 2002 *apud* JIMÉNEZ, 2014). Assim, o concentrado viscoso obtido, ainda deverá ser encaminhado para a concentração final num tanque encamisado a vácuo. Ao final, neste equipamento, o vácuo é liberado, e com a tampa aberta o concentrado é aquecido a 95°C até que seja obtida intensidade de cor marrom desejada (PINTADO; MACEDO; MALCATA, 2001). O tanque encamisado pode ser substituído pelo trocador de calor de superfície raspada. Neste caso, o uso do tanque encamisado ou trocador de calor de superfície raspada são os principais responsáveis pelo surgimento da cor marrom dos queijos, através da reação de Maillard. Depois desta etapa os queijos marrons são embalados em embalagens plásticas ou de alumínio até atingir a textura final (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017) (Figura 8). Depois do resfriamento em sua embalagem, o queijo está pronto para consumo imediatamente após a fabricação. Os queijos marrons são comercializados em unidade contendo 250 g a 4,5 kg (RAGE, 1999), sob refrigeração de 0 a 4°C. Em sua forma sólida, para corte, o produto possui um prazo de validade determinada pela indústria de cerca de 1 ano (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017). Os defeitos mais comuns encontrados nos queijos marrons estão descritos no Quadro 3. Os queijos artesanais comumente apresentam textura arenosa (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017).

**Figura 7** – Representação do evaporador de duas etapas de filme descendente empregado na elaboração de queijos marrons (*Brunost*).



Fonte: A autora.

**Figura 8** - Etapa de embalagem e resfriamento final de queijos marrons (*Brunost*).



**Fonte:** Løkken [ca. 2017] *apud* Skeie e Abrahamsen (2017).

**Quadro 3** - Defeitos comuns de queijo marrom (*Brunost*).

<b>Defeito</b>	<b>Possível causa</b>
Gordura instável	Exsudado durante a agitação e manuseio
Pontos de cor clara	Inclusão de partículas de caseína
Cor marrom escuro	Aquecimento excessivo
Textura dura	Teor de matéria seca muito alto
Textura macia	Teor de matéria seca baixo ou gorduras com cadeias de ácidos graxos curtas
Textura arenosa	Resfriamento rápido que produz grandes cristais de lactose
Sabor queimado	Aquecimento a alta temperatura
Sabor insípido	Escurecimento insatisfatório do queijo
Sabor azedo	Leite azedado ou muito ácido
Aromas de mofo	Crescimento de mofo no queijo ou na superfície

**Fonte:** Adaptado de Robinson e Wilbey (1998).

Para evitar o surgimento de defeitos na elaboração de queijos marrons são utilizados cálculos como apresentado nas Equações 1 e 2 (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017).

$$\frac{L}{ST(\%)} = \frac{(100 \text{ kg } SLV \times \% L \text{ } SLV) + (kg \text{ } CLV \times \% L \text{ } CLV) + (kg \text{ } LV \times \% L \text{ } LV)}{((100 \text{ kg } SLV \times \% ST \text{ } SLV) + (kg \text{ } CLV \times \% ST \text{ } CLV) + (kg \text{ } LV \times \% ST \text{ } LV)) \times 100} \quad (\text{Equação 1})$$

$$kg \text{ } CLV + kg \text{ } LV = \frac{100 \text{ kg } SLV \times X}{100} \quad (\text{Equação 2})$$

onde L é o teor de lipídios, ST o teor de sólidos totais, SLV é o teor do soro de leite de vaca, CLV é o teor de creme de leite de vaca, LV o teor de leite de vaca e X é a percentagem predefinida da combinação de leite e creme de leite a ser adicionado ao total de soro de leite de vaca.

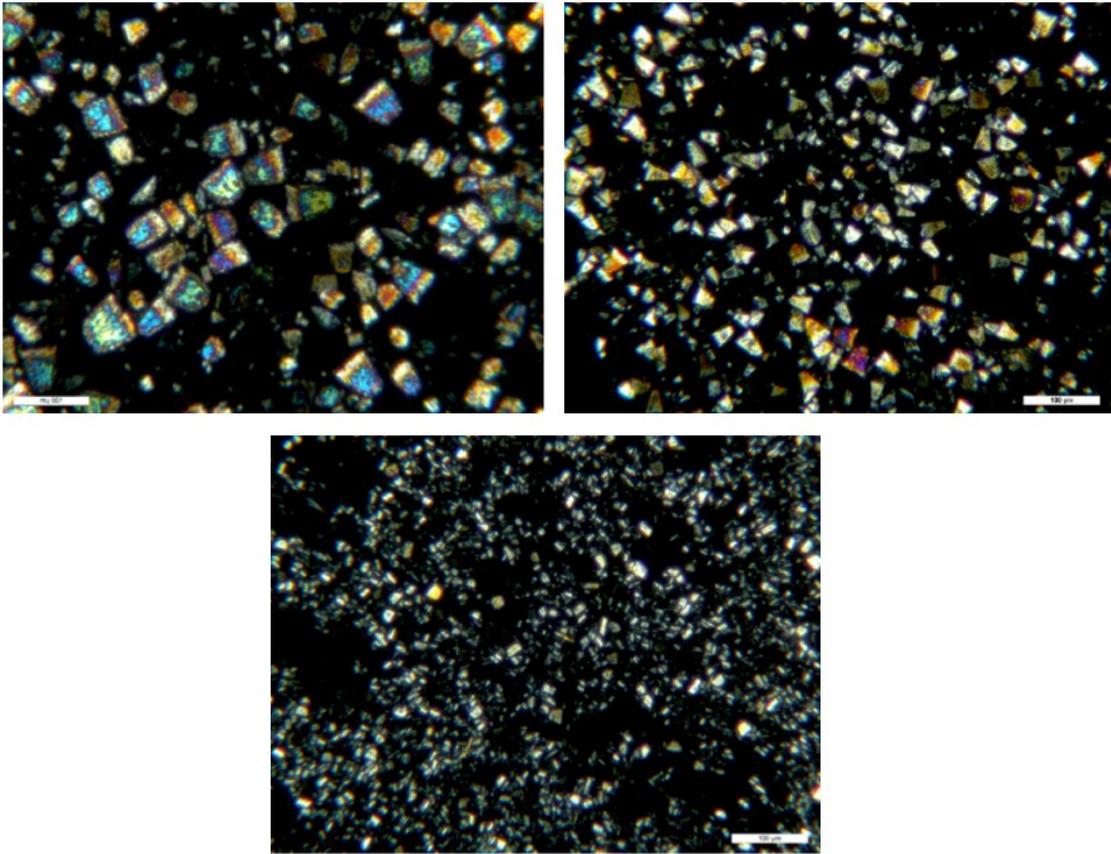
Com a composição conhecida de lipídios e sólidos totais nos 3 componentes (LV, CLV e SLV) é possível calcular a quantidade em kg necessária destes para a mistura, a partir de uma

porcentagem pré-definida de leite e creme de leite para uma requerida porcentagem de lipídios em sólidos totais. Por exemplo, é desejado que um queijo marrom tenha a quantidade de lipídeos em sólidos totais de 34%, estipulada uma quantidade de soro de leite de 100%, X, a mistura em porcentagem de creme de leite e leite, será 40% (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017).

Um dos componentes primordiais na estruturação de queijos marrons é a lactose, unida em uma matriz aparentemente homogênea de gordura, proteína desnaturada do soro lácteo e caseína (RAGE, 1999). A lactose é composta pela ligação de uma molécula de glicose com uma de galactose, se apresentando nestes produtos em duas formas de anômeros,  $\alpha$ -lactose e  $\beta$ -lactose, que formam cristais  $\alpha$ -hidrato e  $\beta$ -anidrido, respectivamente (GÄNZLE; HAASEN; JELEN, 2008). Para a caracterização de marrons é desejada a formação de pequenos cristais de lactose evitando o defeito de textura arenosa (GÄNZLE; HAASEN; JELEN, 2008), que causa sensação áspera desagradável, podendo os cristais maiores serem até visíveis no produto final (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017). Ensaio para visualização da formação de cristais no queijo marrom de soro de leite de tipo espalhável foram realizados por micrografias (Figura 9) (KOLSTAD, 2015 *apud* SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017).

**Figura 9** - Micrografias de luz polarizada de cristais de lactose em queijo marrom.

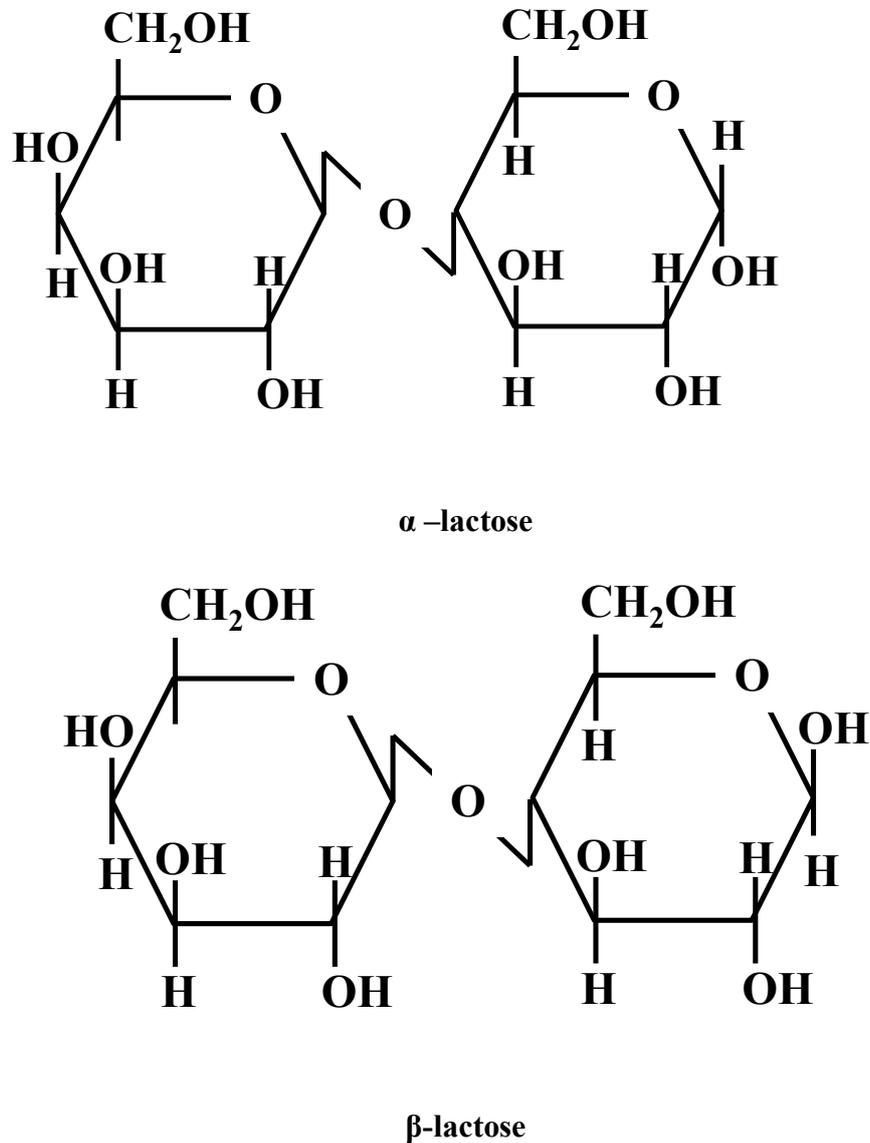
Aumento: 10x.



**Fonte:** Kolstad (2015) *apud* Skeie e Abrahamsen (2017).

Gänzle, Haasen e Jelen (2008) descrevem que os cristais de lactose em produtos lácteos devem ter tamanhos que não superem a faixa de 10-16  $\mu\text{m}$ , porém, Skeie e Abrahamsen (2017) apontam que o tamanho ideal de cristais para queijos marrons entre 20–40  $\mu\text{m}$ , que são obtidos com os trocadores de calor de superfície raspada. O equilíbrio dos anômeros de lactose (Figura 10) é afetado pela temperatura, havendo mutação de  $\alpha$  para  $\beta$  e vice-versa. Os cristais de  $\beta$ -anidrido, são mais solúveis do que o  $\alpha$ -hidrato em temperaturas menores que 93,5°C. O pH e a presença de sais e outros açúcares também influenciam a taxa de mutação. No entanto, para os queijos marrons, não está claro se estas alterações influenciam o processo de cristalização da lactose (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017).

**Figura 10** – Representação dos anômeros  $\alpha$ - e  $\beta$ - lactose.



**Fonte:** A autora.

Segundo Fennema (2010), o efeito da cristalização em produtos congelados à base de leite e dos produtos obtidos a partir da concentração de leite é similar em razão da baixa solubilidade da  $\alpha$ -lactose. Tratamentos térmicos causam a reação do grupo aldeído da lactose com o grupo  $\epsilon$ -amino da lisina, iniciando as reações de escurecimento desejáveis em certos produtos. Também por via de reação de Maillard, aquecimentos muito intensos podem ocasionar na degradação parcial da lactose e produção de ácidos orgânicos, o que é um fator de

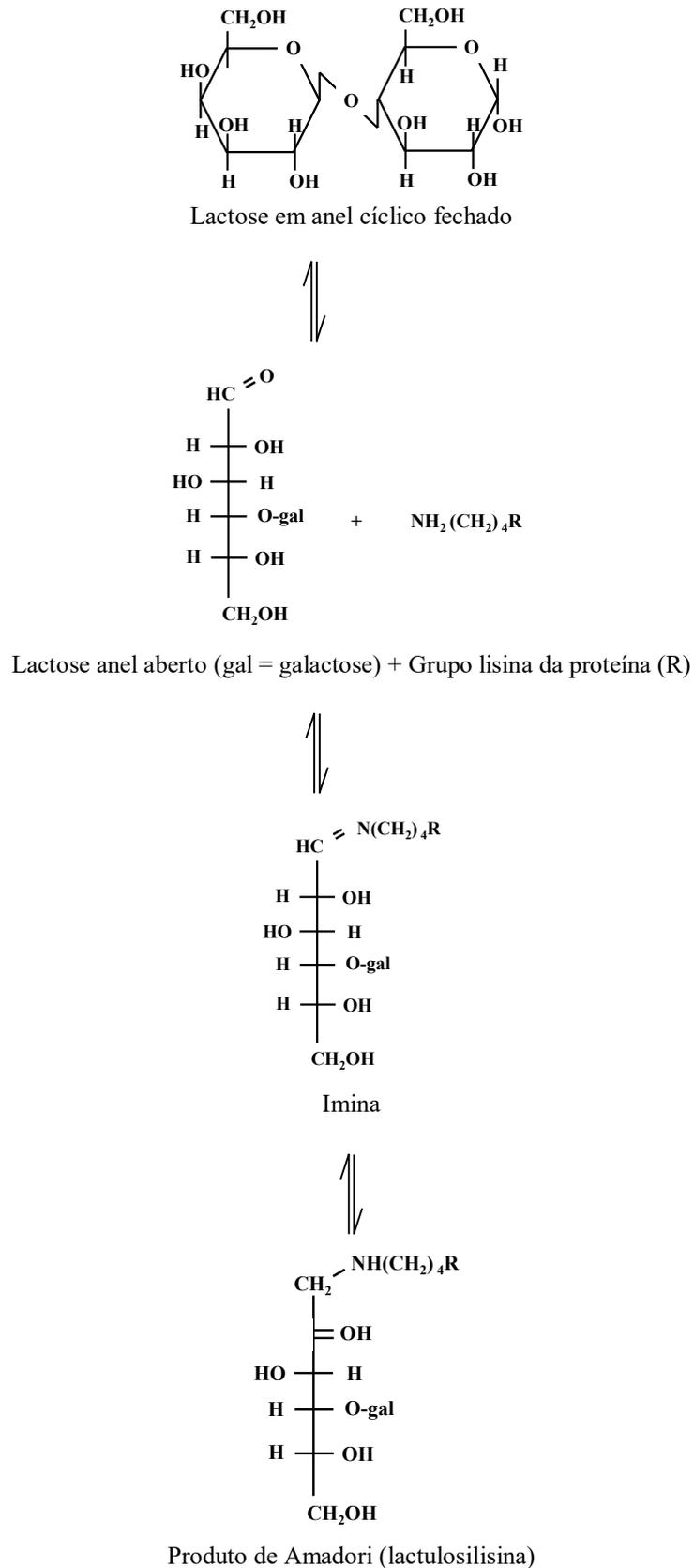
desestabilização de proteínas devido à acidez (FENNEMA, 2010), e levam a diminuição de disponibilidade de aminoácidos essenciais.

Skeie e Abrahamsen (2017) relataram que a cristalização em queijos marrons provém da lactose totalmente solúvel a 110°C, em estado lábil ou metaestável, suficientemente supersaturada, com formação espontânea do núcleo no momento que a massa se encontra fluída e é iniciada a etapa de resfriamento. Assim, é desenvolvida a cristalização dos núcleos de lactose até que não se encontre mais lactose solúvel no meio. O resfriamento deve ser realizado com vigorosa agitação (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017), que de acordo com Teixeira *et al.* (2019) quanto menores as taxas de vibração, maior a formação de grandes partículas de lactose. Desta forma, deve ocorrer uma nucleação secundária para que ao final o produto contenha, em sua maioria, grande número de pequenos cristais (TEIXEIRA, *et al.*, 2019).

A reação de Maillard é reconhecida por sua relevância prática em muitas mudanças químicas e físicas durante o processamento e armazenamento de alimentos, sendo importante para a caracterização de queijos marrons. Já a reação de caramelização não ocorre nos queijos marrons, pois suas temperaturas de processamento não ultrapassam 110 – 115°C (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017) e a reação de decomposição de açúcares, como exemplo, da glicose, necessita de calor acima de 150 ° C, na ausência de compostos amino (PATEL *et al.*, 2013). Nos produtos lácteos, os grupos amino reativos na reação de Maillard podem ser derivados de caseína ou proteínas do soro de leite, como os aminoácidos lisina, arginina, histidina e glutamina. Os compostos carbonílicos são provenientes principalmente da lactose e seus produtos de hidrólise (NEWTON *et al.*, 2012).

O estágio inicial da reação de Maillard ocorre com a de condensação de açúcar e amina para formação de uma glicosilamina instável, uma imina, hábil para passar por rearranjo e formar o composto Amadori, que tem sua taxa de formação no equilíbrio químico favorecida quando o anel do dissacarídeo se encontra na posição aberta, como é ilustrado na Figura 11 (NEWTON *et al.*, 2012). No segundo estágio desta reação há a degradação de Strecker, formação de produtos intermediários que reagem com aminoácidos e geram compostos precursores de coloração e compostos aromáticos, como os aldeídos, principais contribuintes para o desenvolvimento de aromas específicos. O desenvolvimento da cor marrom ocorre no estágio final, com a formação as melanoidinas, variados compostos heterocíclicos de nitrogênio (FENNEMA, 2010).

**Figura 11** - Produtos da reação de Maillard da lactose.



**Fonte:** Adaptado de Newton *et al.* (2012).

É presumido que a reação de escurecimento dos queijos marrons ocorre quando a temperatura ultrapassa 80°C e a lactose, que é um açúcar redutor, reage com os aminoácidos N-terminais das proteínas para iniciar a reação de Maillard em  $\text{pH} > 6$  (SKEIE; ABRAHAMSEN, 2017), gerando compostos precursores de sabor essenciais a este produto (NEWTON *et al.*, 2012).

#### 4.3 Considerações finais

Foi verificado que os queijos marrons podem ser elaborados de leite, creme de leite e/ou soro lácteo, tanto de vaca como cabra. Dados recentes publicados por Trindade *et al.* (2019) ressaltam que 27% das indústrias lácteas brasileiras, ainda não utilizam o soro lácteo, um produto secundário, na elaboração de derivados lácteos. Assim, o aproveitamento do soro lácteo seria de interesse da indústria láctea, devido ao grande volume gerado na fabricação de queijos (8 a 9 litros de cada 10 litros de leite), e, portanto, do seu baixo custo. Além disso, o soro lácteo apresenta disponibilidade de nutrientes provenientes das proteínas, sendo fonte de aminoácidos essenciais, peptídeos bioativos, antioxidantes e imunoestimulantes. Vale ressaltar que o soro lácteo é considerado um poluente ambiental, quando não descartado de forma adequada nos sistemas de tratamento de efluentes (TRINDADE *et al.*, 2019). Além de ser levado em consideração o custo e a composição do soro lácteo, é possível concluir que uma indústria láctea que apresente em suas instalações equipamentos como pasteurizador, evaporador de filme descendente e tanque encamisado a vácuo ou trocadores de calor de superfície raspada poderá elaborar queijos marrons. Desta forma, a elaboração deste queijo no Brasil resultaria em mais um produto atraente a ser ofertado no mercado de produtos lácteos, incorporando um novo sabor e valor agregado no soro de leite. Entretanto, do ponto de vista legal, ainda não existe permissão para a produção de queijos marrons no Brasil, assim para a sua comercialização é necessária a permissão dos órgãos reguladores brasileiros. No entanto, para uso parcial ou total do soro lácteo na produção de queijos marrons é necessário seguir o postulado no regulamento técnico N° 94, de 18 de setembro de 2020, que fixa os padrões de identidade e qualidade para o soro lácteo, quanto ao seu acondicionamento, conservação e transporte.

## 5 CONCLUSÃO

Os estudos abordados nesta revisão resultaram na obtenção de dados considerados essenciais sobre o potencial de elaboração e as características dos queijos marrons (tipo *Brunost*). A partir desta revisão bibliográfica pode-se verificar que desde que respeitado o preconizado pela legislação brasileira e com o aval dos órgãos fiscalizadores, o queijo marrom apresenta potencial para ser elaborado futuramente pela indústria láctea brasileira.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº94, de 18 de setembro de 2020. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento aprova o regulamento técnico que fixa os padrões de identidade e qualidade para o soro de leite e o soro de leite ácido. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 set. 2020. Seção 1, p. 5.
- CARVALHO, F.; PRAZERES, A. R.; RIVAS, J. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. **Science of the Total Environment**, v. 445–446, p. 385–396, 2013.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, 890 p.
- FORBORD, M. **New Uses of an Agricultural Product? – A case study of development in an industrial network**. 2003. 235 f. Thesis (Doctoral Degree in Department of Industrial Economics and Technology Management) - Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, 2003.
- GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: a recomendação Prisma. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, n. 2, p. 335-342, 2015.
- GÄNZLE, M.G.; HAASEN, G.; JELEN, P. Lactose: Crystallization, hydrolysis and value-added derivatives, **International Dairy Journal**, v. 18, n. 7, 2008, p.685-694, 2008.
- JIMÉNEZ, L. J. M. **Simulación del proceso de producción de queso mysost de lactosuero mediante aspen plus**. 2014. 80 f. Tesis (Programa Educativo en Ingeniería Química) - Universidad Veracruzana. Xalapa. 2014.
- MILTSOVA, OL. **Norwegian brunost cheese**. 2012. 1 fotografia, colorida, 44,5 cm x 29,7 cm. Disponível em: <<https://www.alamy.com>>. Acesso em: 23 dez. 2021
- MING, P. Propriedades nutricionais das proteínas de soro de leite. **Revista leite e Derivados**, v. 9, p. 64-68. 2000.
- NEWTON, A. E.; FAIRBANKS; A. J.; GOLDING, M.; ANDREWES, P.; GERRARD, J. A. The role of the Maillard reaction in the formation of flavour compounds in dairy products. - not only a deleterious reaction but also a rich source of flavour compounds. **Food & Function**. v. 3, p. 1231-1241, 2012.
- OTTESEN, P. S.; HØBERG, E. N. **Store norske leksikon: brunost**. 2020. Disponível em: <<https://snl.no/brunost>>. Acesso em: 07 dez. 2021.
- PATEL, K. N.; MODI, R. B.; PATEL, H. G.; APARNATHI, K.D. Browning, its chemistry and implications in dairy products: A review. **Indo-American Journal of Agricultural and Veterinary Sciences**. v. 1, n. 1, p. 1-12, 2013.

PINTADO, M. E.; MACEDO, A. C.; MALCATA, F. X. Review: Technology, Chemistry and Microbiology of Whey Cheeses. **Food Science and Technology International**, v. 7, n. 2, p. 105-116, 2001.

RAGE, A. Norwegian Cheese Varieties. In: FOX, P. F. **Cheese: Chemistry, physics and microbiology**. 2nd ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999. v. 2, p. 257-260.

ROBINSON, R.K.; WILBEY, R. A. Cheese whey and its uses. In: SCOTT, R. **Cheesemaking practice**. 3rd ed. Boston: Springer, 1998. p. 320-326.

SINHA, R.; RADHA, C.; PRAKASH, J.; KAUL, P. Whey protein hydrolysate: Functional properties, nutritional quality and utilization in beverage formulation. **Food Chemistry**, v. 101, p. 1484-1491, 2007.

SKEIE, S.; ABRAHAMSEN, R.K. Brown Whey Cheese. In: MCSWEENEY, P. L. H. *et al.* **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**. 4th ed. London: Academic Press, 2017. p. 1117-1132.

SNARE, K. **Gudbrandsdalsost**: Produção artesanal. [2005?]. 1 fotografia, colorida, 27,09 cm x 19,72 cm. Disponível em: <https://www.aftenposten.no/kultur/i/8J03r/typisk-norsk-slaa-svenskene-og-spis-brunost>. Acesso em 15 dez. 2021.

TINE. **Produkter**: brunost. [202?]. Disponível em: <https://www.tine.no/produkter/ost/brunost>. Acesso em: 18 nov. 2021.

TRINDADE, M. B.; SOARES, B. C. V.; SCUDINO, H.; GUIMARÃES, J. T.; ESMERINO, E. A.; FREITAS, M. Q.; PIMENTEL, T. C.; SILVA, M. C.; SOUZA, S. L. Q.; ALMADA, R. B.; CRUZ, A. G. Cheese whey exploitation in Brazil: a questionnaire survey. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 3, p. 788-791, 2019.