

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO LEITE E DERIVADOS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO LEITE E**  
**DERIVADOS**

**Ellen Teixeira Silva**

**Avaliação do rendimento de fabricação e das características do queijo tipo**  
**Camembert produzido com uma tecnologia brasileira**

**Juiz de Fora**  
**2022**

**Ellen Teixeira Silva**

**Avaliação do rendimento de fabricação e das características do queijo tipo  
Camembert produzido com uma tecnologia brasileira**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Renata Golin Bueno Costa

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior

**JUIZ DE FORA**

**2022**

**Ellen Teixeira Silva**

**Avaliação do rendimento de fabricação e das características do queijo tipo Camembert produzido com uma tecnologia brasileira**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Área de concentração: Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados.

Aprovada em 10 de novembro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Dra. Renata Golin Bueno Costa** - Orientadora  
EPAMIG/ILCT

**Prof. Dr. Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior** - Coorientador  
EPAMIG/ILCT

**Profa. Dra. Vanessa Aglaê Martins Teodoro**  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Felipe Alves de Almeida**

EPAMIG/ILCT

Juiz de Fora, 04/11/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Renata Golin Bueno Costa, Usuário Externo**, em 18/11/2022, às 08:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Alves de Almeida, Usuário Externo**, em 18/11/2022, às 13:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Professor(a)**, em 18/11/2022, às 17:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **LUIZ CARLOS GONÇALVES COSTA JÚNIOR, Usuário Externo**, em 21/11/2022, às 07:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1025280** e o código CRC **22C2AD63**.

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, Ellen Teixeira.

Avaliação do rendimento de fabricação e das características do queijo tipo Camembert produzido com uma tecnologia brasileira / Ellen Teixeira Silva. -- 2022.

86 p. : il.

Orientadora: Renata Golin Bueno Costa

Coorientador: Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Farmácia e Bioquímica. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, 2022.

1. Rendimento. 2. Evolução da Maturação. 3. Perfil de textura. I. Costa, Renata Golin Bueno , orient. II. Costa Júnior, Luiz Carlos Gonçalves , coorient. III. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus e ao Espírito Santo, por me dar a direção e me guiar por todos os caminhos, pelas oportunidades que me são concedidas todos os dias e pelo dom da vida!

Aos meus pais pelo amor, dedicação e exemplos de vida.

Aos meus amigos e ao Marcelo pelo apoio.

Aos colegas de mestrado pelos ensinamentos, suporte e dedicação durante essa caminhada.

A minha orientadora Profa. Dra. Renata Golin Bueno Costa, pelo qual tenho muita admiração. Obrigado por toda orientação, ensinamentos, e dedicação ao meu trabalho.

Ao Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Universidade Federal de Juiz de Fora e Embrapa, pela liberação para a capacitação e todo apoio durante o curso.

Ao Laticínios São Vicente, por ter aberto as portas para a realização desse trabalho, em especial à equipe de produção e laboratório, a Ana Cecília e ao Roney, por toda ajuda e por confiarem em mim para esse projeto.

Muito obrigada a todos!!

## RESUMO

O queijo Camembert é um típico queijo francês caracterizado pelo desenvolvimento do mofo branco na sua parte externa formando uma casca aveludada. Além disso, este queijo possui textura macia e sabor característico e ao final da sua maturação, torna-se levemente amoniacal. A maturação de queijos consiste num período de tempo durante o qual ocorrem diversos processos bioquímicos entre os dois principais constituintes orgânicos do leite: proteínas e lipídios, resultando numa diversidade de compostos que conferem aromas e sabores. O principal agente da maturação do queijo Camembert é o fungo filamentoso *Penicillium candidum*, que dá ao queijo características específicas que os difere dos demais, conferindo-lhes sabor, aroma e textura distintos. O estudo teve como objetivo a avaliação do rendimento de fabricação e das características do queijo tipo Camembert produzido com uma tecnologia brasileira. Foram realizadas 12 produções de queijo Camembert com a tecnologia brasileira. A média e desvio padrão da gordura e proteína dos leites utilizados foram 3,31% (m/v)  $\pm$  0,20 e 2,89% (m/v)  $\pm$  0,15, respectivamente. A umidade dos queijos variou significativamente ao longo da maturação ( $P < 0,05$ ) e com 30 dias apresentaram umidade semelhante aos queijos de outros estudos. O rendimento ajustado em L/kg foi de  $8,67 \pm 0,54$ . Houve variação significativa da gordura no extrato seco (GES) apenas nos dez primeiros dias de maturação, mas o queijo maturado apresentou valores maiores em 10% para GES e 20% para gordura do que encontrados na literatura para o queijo Camembert tradicional francês. Esta diferença pode ser devido à falta de padronização da gordura inicial do leite para 3,0 a 3,2%. A proteína total não variou e a umidade diminuiu significativamente durante a maturação ( $P < 0,05$ ). Houve um aumento gradual do pH, da proteólise e da extensão da proteólise com diferença significativa ( $P < 0,05$ ) devido a formação de compostos nitrogenados alcalinos e catabolismo do ácido lático. Além disso, houve diferença significativa ao longo do tempo de maturação no perfil de textura dos queijos para a gomosidade, mastigabilidade, dureza e coesividade, que estão relacionados ao grau de proteólise. O avanço da maturação também provocou variação significativa nos parâmetros de cor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  indicando um escurecimento e tendência de cor amarelada devido a diminuição da umidade e cobertura do queijo pelo *P. candidum*. Os queijos tiveram boa aceitação sensorial indicando que a tecnologia brasileira de fabricação do queijo tipo Camembert permite a produção de um queijo de boa qualidade, com perfil de maturação semelhante aos queijos tradicionais franceses e que atendem as expectativas dos consumidores. No entanto, ainda há muita variação do produto, devido à falta de um regulamento técnico de qualidade e identidade específico.

**Palavras-chave:** Rendimento. Evolução da Maturação. Perfil de textura

## ABSTRACT

Camembert cheese is a typical French cheese characterized by the development of white mold on its outer part, forming a velvety rind. In addition, this cheese has a soft texture and characteristic flavour; at the end of its ripening, it becomes slightly ammoniacal. Cheese ripening consists of a period during which several biochemical processes occur between the two main organic constituents of milk: proteins and lipids, resulting in a diversity of compounds that confer aromas and flavours. The primary ripening agent of Camembert cheese is the filamentous fungus *Penicillium candidum*, which gives the cheese specific characteristics that make it different from others, giving it a distinct flavour, aroma and texture. The aim of this study was to evaluate the manufacturing yield and the physicochemical and sensorial characteristics of Camembert cheese produced with a Brazilian technology with 2, 10, 30 and 60 days of ripening. Twelve productions of Camembert cheese were carried out using Brazilian technology. The mean and standard deviation of fat and protein of the milk used were 3.31% (w/v)  $\pm$  0.20 and 2.89% (w/v)  $\pm$  0.15, respectively. The moisture of the cheeses varied significantly during ripening ( $P < 0.05$ ), and at 30 days, they showed moisture similar to cheeses from other studies. The adjusted yield in L/kg was  $8.67 \pm 0.54$ . There was a significant variation of fat in the dry matter (FDM) only in the first ten days of ripening. Still, the ripened cheese showed higher values of 10% for GES and 20% for fat than found in the literature for the traditional French Camembert cheese. This difference may be due to the lack of standardization of initial milk fat to 3.0 to 3.2%. Total protein did not change, and moisture decreased significantly during ripening ( $P < 0.05$ ). There was a gradual increase in pH, proteolysis and extent of proteolysis index with a significant difference ( $P < 0.05$ ) due to the formation of alkaline nitrogen compounds and lactic acid catabolism. In addition, there was a substantial difference over ripening time in the texture profile of cheeses for gumminess, chewiness, hardness and cohesiveness, which are related to the degree of proteolysis. The advance of ripening also caused a significant variation in the colour parameters  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  indicating a darkening and tendency towards yellowish colour due to the decrease in moisture and coverage of the cheese by *P. candidum*. The cheeses had good sensory acceptance, indicating that the Brazilian technology for manufacturing Camembert cheese allows the production of good quality cheese with a ripening profile similar to traditional French cheeses that meet consumers' expectations. However, there is still much variation in the product due to the lack of a specific quality and identity technical regulation.

**Key words:** Yield. Evolution of ripening. Texture Profile.





## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Comparação do processo de fabricação do queijo Camembert francês e brasileiro.....	25
<b>Figura 2</b> – Maturação do queijo Camembert. ....	27
<b>Figura 3</b> – Fluxograma da produção de queijo tipo Camembert.....	36
<b>Figura 4</b> – Modelo dos testes realizados na lateral e miolo do queijo tipo Camembert.....	38
<b>Figura 5</b> – Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação por escala hedônica de 41	
<b>Figura 6</b> – Resultados médios com desvio padrão do teor de umidade dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo .....	48
<b>Figura 7</b> – Resultados médios com desvio padrão do teor de gordura dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo .....	49
<b>Figura 8</b> – Resultados médios com desvio padrão do teor de sal dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo .....	50
<b>Figura 9</b> – Resultados médios com desvio padrão da gordura no extrato seco (GES) dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo .....	51
<b>Figura 10</b> – Resultados médios com desvio padrão do teor de proteína dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo .....	52
<b>Figura 11</b> – Resultados médios com desvio padrão do pH dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo.....	53
<b>Figura 12</b> – Resultados médios com o desvio padrão do índice de extensão de proteólise (IEP) dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo .....	54
<b>Figura 13</b> – Resultados médios com desvio padrão do índice de profundidade de proteólise (IPP) dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo .....	56
<b>Figura 14</b> – Dureza da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo .....	57
<b>Figura 15</b> – Adesividade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo .....	59
<b>Figura 16</b> – Coesividade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo .....	60
<b>Figura 17</b> – Elasticidade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo .....	61
<b>Figura 18</b> – Gomosidade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo .....	62
<b>Figura 19</b> – Mastigabilidade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo .....	63
<b>Figura 20</b> – Análise de componentes principais do queijo tipo Camembert com 30 dias de maturação.....	67



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Classificação dos queijos por teor de gordura no extrato seco e de umidade segundo Portaria n°.146/1996 (BRASIL,1996). .....	18
<b>Tabela 2</b> – Composição centesimal do Camembert maturado. ....	21
<b>Tabela 3</b> – Terminologias empregadas para nomenclaturas dos fungos para queijo Camembert.....	22
<b>Tabela 4</b> – Número de repetições (fabricações), tempos avaliados e as análises que foram realizadas nesse projeto no leite, no soro e nos queijos. ....	35
<b>Tabela 5</b> – Valores médios da composição físico-química dos leites cru utilizados nas fabricações dos queijos tipo Camembert.....	42
<b>Tabela 6</b> – Valores médios da composição físico-química dos soros obtidos das fabricações dos queijos tipo Camembert .....	43
<b>Tabela 7</b> – Composição físico-química dos queijos tipo Camembert após 30 dias de fabricação.....	44
<b>Tabela 8</b> – Rendimento, rendimento ajustado e recuperação de gordura e proteína do leite para o queijo tipo Camembert.....	46
<b>Tabela 9</b> – Avaliação dos parâmetros de cor instrumental ao longo do tempo de maturação do queijo tipo Camembert.....	64
<b>Tabela 11</b> – Média e desvio padrão da avaliação dos atributos sensoriais .....	66



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijos;
ABRAS	Associação Brasileiras de Supermercado;
ANOVA	Análise de Variância;
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária;
DP	Desvio padrão;
EPAMIG	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais;
GES	Gordura no Extrato Seco;
IEP	Índice de Extensão da Proteólise;
ILCT	Instituto de Laticínios Cândido Tostes;
IN	Instrução Normativa;
IPP	Índice de Profundidade da Proteólise;
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento;
MGGL	Membrana do Glóbulo de Gordura do Leite;
NaCl	Cloreto de sódio;
NaOH	Hidróxido de sódio;
NS	Nitrogênio solúvel;
NT	Nitrogênio total;
pH	Potencial Hidrogeniônico;
RAJ	Rendimento ajustado;
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal;
RG	Recuperação de gordura;
RP	Recuperação de proteína;
TPA	Análise do perfil de textura;
UFC	Unidades Formadoras de Colônias;
URA	Umidade Relativa do Ar.



## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
°C	Graus Celsius (unidade de temperatura)
cm	Centímetro (unidade de distância)
g	Gramma (unidade de medida de massa)
Kg	Kilograma (unidade de medida de massa)
L	Litros (unidade de medida de volume)
mL	Militro (unidade de medida de volume)
mg	Miligramma (unidade de medida de massa);
m/m	Massa/massa;
m/v	Massa/volume;
nm	Nanômetro;

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 Histórico e evolução na fabricação de queijos .....	16
3.2 Queijo Camembert .....	19
3.2.1 Características .....	20
3.2.2 Fabricação do queijo Camembert .....	22
3.2.3 Maturação do queijo Camembert .....	26
3.2.4 Principais defeitos do queijo Camembert .....	29
3.3 Rendimento .....	30
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
4.1 Localização.....	34
4.2 Desenho Experimental .....	34
4.3 Tecnologia de fabricação do queijo tipo Camembert.....	35
4.4 Análises físico-químicas do leite cru.....	36
4.5 Análises físico-químicas do soro .....	37
4.6 Análises físico-químicas do queijo tipo Camembert .....	37
4.7 Análises do Perfil de textura do queijo tipo Camembert .....	38
4.8 Análises de cor instrumental do queijo tipo Camembert.....	39
4.9 Rendimento da fabricação .....	39
4.10 Análises microbiológicas .....	40
4.11 Análise sensorial.....	40
4.12 Análise estatística .....	41
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>
5.1 Análises físico-químicas dos leites cru.....	42
5.2 Análises físico-químicas dos soros .....	43
5.3 Análises físico-químicas dos queijos tipo Camembert .....	43
5.4 Rendimento de fabricação .....	46

5.5 Influência da maturação na composição dos queijos .....	47
5.6 pH e índices de proteólise .....	52
5.7 Perfil de textura .....	57
5.7.1 Dureza.....	57
5.7.2 Adesividade.....	58
5.7.3 Coesividade.....	59
5.7.4 Elasticidade .....	60
5.7.5 Gomosidade .....	61
5.7.6 Mastigabilidade .....	62
5.7.7 Análise de cor instrumental .....	63
5.8 Análise microbiológica.....	66
5.9 Análise sensorial .....	66
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>69</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O queijo Camembert é caracterizado pelo desenvolvimento do mofo branco na sua parte externa formando uma casca aveludada. Além disso, este queijo possui textura macia e sabor característico e ao final da sua maturação, torna-se levemente amoniacal. Hoje em dia, o queijo Camembert é muito apreciado em tábuas de frios e em harmonização com vinhos sendo um dos queijos finos mais consumidos no Brasil.

O queijo Camembert é um típico queijo francês que teve sua fabricação disseminada no mundo inteiro ao longo do século XIX. Na França, os queijos tradicionais são fabricados nas regiões específicas, como a Normandia e tem proteção de origem. É produzido com leite cru e a coalhada não é cortada de forma convencional em que a massa é fracionada em grãos maiores, além de não sofrer agitação antes da enformagem.

De acordo com Kosikowski (1982), as fabricações de Camembert em escala industrial na América começaram aproximadamente em 1900, mediante esforços em pesquisas básicas. No Brasil, a tecnologia foi adaptada no início do século XX, pelos imigrantes europeus, principalmente dinamarqueses que se instalaram na região sul de Minas Gerais. Nesse sentido, houveram diversas modificações e adaptações da produção do Camembert no Brasil, principalmente para atender a escala industrial de grandes fábricas.

Embora haja um aumento da produção do queijo tipo Camembert, estudos científicos da cadeia de produção ainda são escassos, por isso se torna importante o desenvolvimento de trabalhos para auxiliar as indústrias brasileiras em sua fabricação. Uma vez que, na produção de queijos a qualidade e a composição do leite, as etapas de fabricação e a composição do queijo são os principais fatores que afetam o rendimento e impactam nos custos e rentabilidade da indústria.

Sendo assim, este estudo visa avaliar o rendimento de fabricação e as características físico-químicas, perfil de textura, cor instrumental e sensoriais do queijo tipo Camembert produzido com uma tecnologia brasileira ao longo da maturação.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o rendimento de fabricação e as características do queijo tipo Camembert produzido produzido com uma tecnologia brasileira após 2, 10, 30 e 60 dias de maturação.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar a composição físico-química do leite cru;
- Avaliar a composição físico-química do soro;
- Avaliar a composição físico-química dos queijos produzidos ao longo de quatro tempos de maturação (2, 10, 30 e 60 dias);
- Avaliar o rendimento de fabricação e taxa de recuperação dos constituintes do queijo;
- Avaliar o perfil de textura e a cor instrumental dos queijos ao longo de quatro tempos de maturação (2, 10, 30 e 60 dias);
- Avaliar as análises microbiológicas dos queijos com 20 dias de maturação;
- Avaliar a aceitabilidade sensorial dos queijos pelos consumidores após 30 dias de maturação.
- Avaliar a análise de componentes principais do queijo



### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Histórico e evolução na fabricação de queijos

O queijo é considerado como uma das alternativas mais antigas de conservação das características nutricionais do leite. Mesmo com um processo básico de fabricação pode se diversificar em mais de mil tipos diferentes, feitos a partir de diferentes tecnologias e também de leite de diferentes espécies (MONTEIRO; PIRES; ARAÚJO, 2011).

Há muitas teorias na literatura que descrevem o surgimento dos queijos, supõe-se que o produto tenha raízes em regiões prolíferas, isto é, a partir da região do sul da Turquia para a costa do Mediterrâneo que já tinha um grande desenvolvimento agropecuário há 8.000 anos (FOX *et al.*, 2004).

A maioria das variedades de queijos surgiu de algum acidente por causa de determinada circunstância local (composição do leite, microbiota endógena, espécie e raça do animal) ou por causa de um único evento que ocorreu durante a tentativa de produção ou estocagem do queijo (crescimento de mofos ou outros microrganismos). Uma das hipóteses é que há 5.000 anos a.C., com a estocagem e armazenamento do leite em bolsas feitas de estômagos de animais, ele teria entrado em contato com enzimas coagulantes e coagulado durante a estocagem, separando o soro e a massa (PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009).

A produção de queijo é basicamente um processo de concentração do leite no qual parte dos componentes sólidos, principalmente proteína e gordura, são concentrados na coalhada enquanto as proteínas do soro, lactose e sólidos solúveis, são removidos no soro (PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009). A partir da fermentação láctica do leite e a redução da atividade de água ( $A_w$ ) por meio da eliminação de água no soro conjuntamente com a adição de sal, torna-se possível aumentar a vida de prateleira dessa matéria-prima (FOX, 1993).

A arte de fabricação dos queijos tornou-se também uma ciência onde os conhecimentos obtidos eram passados de forma cultural para as gerações sucessoras. Foram surgindo centenas de variedades de queijos com características bem definidas, diferenciando-se em seu tamanho, formatos, sabores e texturas e influenciados pelo clima, condições atmosféricas, matéria-prima, alimentação animal, além das tecnologias de fabricação (HARBUTT, 2010).

No Brasil, segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos:

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta, para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996, p.1).

Devido à grande diversidade existentes, os queijos são classificados em diversos parâmetros que compõe suas características físico-químicas. Segundo a classificação oficial normatizada pela *World Health Organization/Food and Agricultural Organization* (WHO/FAO), de acordo com a norma internacional A-6 de 1978, a classificação dos queijos é fundamentada em aspectos como: consistência, teor de umidade ou de matéria seca, teor de gordura e tipo de maturação.

No Brasil, entretanto, a classificação dos queijos se dá de acordo com Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, estabelecido pelo Ministério da Agricultura, do Abastecimento, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio da Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 (BRASIL,1996). A Tabela 1 apresenta os parâmetros estabelecidos nesta Portaria para a classificação dos queijos em relação ao teor de gordura no extrato seco (GES) e de umidade.

Tabela 1 – Classificação dos queijos por teor de gordura no extrato seco e de umidade segundo Portaria n°.146/1996 (BRASIL,1996).

CRITÉRIO	CLASSIFICAÇÃO	VALORES (% m/m)
<b>GORDURA NO EXTRATO SECO (GES)</b>	Extra Gordo ou Duplo Creme	≥ 60
	Gordo	entre 45 a 59,9
	Semi-gordo	entre 25 e 44,9
	Magro	entre 10 e 24,9
	Desnatado	≤ 10
<b>UMIDADE</b>	Baixa umidade	≤ 35,9
	Media umidade	entre 36 e 45,9
	Alta umidade	entre 46 e 54,9
	Muita alta umidade	≥ 55

Fonte: BRASIL (1996).

Os queijos são fontes de vários nutrientes indispensáveis para o corpo humano, como proteínas, lipídios, vitaminas e minerais que precisam estar presentes em uma dieta saudável e nutricionalmente balanceada (SILVA *et al.*, 2017). A importância econômica, em escala mundial, destacando-o dentre os principais produtos lácteos comercializados de maneira contundente. Estima-se que um terço da produção mundial de leite é destinada para a fabricação desse produto (EMBRAPA, 2019).

A produção de queijo, que acontece em todas as regiões do País, é o destino de cerca de 60% do leite não fiscalizado (informal), estimado em 10 bilhões de litros, ou seja, seis bilhões de litros de leite por ano são transformados em diferentes tipos de queijos. Em território mineiro estima-se que 6,1 bilhões de litros de leite, ou seja, 64% da produção seja transformada em queijos anualmente (ZOCCAL, 2016).

Com relação ao aumento do consumo de queijos, em números, houve um alto do consumo mundial em 17% de 2000 a 2008, já no Brasil, o crescimento chegou a 43% (MERHEB-DINI *et al.*, 2012). Os Estados Unidos é o maior produtor de queijos no mundo, seguido pela Alemanha, França e Itália que também possuem uma produção significativa (KHAN, 2017).

Segundo as estimativas da ABIQ (2017), o consumo per capita de queijos no Brasil deverá alcançar 11 quilos, em média, em 2030, depois de ter avançado 76%

entre 2005 e 2013. Considerando o consumo total, o avanço foi de 8 a 9% ao ano, em média, nos últimos anos. No Brasil há um mercado diversificado de famílias de queijos. Os chamados queijos especiais ou finos é um segmento que vem se consolidando no mercado brasileiro (MILKPOINT, 2014). Junto ao queijo tipo Brie, o queijo tipo Camembert representa a produção de queijos maturados por mofo branco que desde 2016 que ultrapassa 2 mil toneladas (ABIQ, 2017)

### **3.2 Queijo Camembert**

O queijo Camembert é um queijo típico francês que foi fabricado artesanalmente pela primeira vez por Marie Harel em 1791, nos primórdios da Revolução Francesa. Acredita-se que um monge da região de Brie, perseguido pelos revolucionários, encontrou refúgio na casa da família Harel, que se encontrava na Vila de Camembert, na Normandia. Assim, a família recebeu, em troca de favores, os ensinamentos de fabricação de queijos daquela região (FROC, 2006). Hoje, o Camembert é um dos queijos mais famosos do mundo, sendo produzido em diversos países (FURTADO, 2003).

De acordo com Kosikowski (1982), fabricações de Camembert em escala industrial na América começaram aproximadamente em 1900, mediante esforços em pesquisas básicas. No Brasil, a tecnologia foi adaptada no início do século XX, pelos imigrantes europeus, principalmente dinamarqueses que se instalaram na região sul de Minas Gerais. A denominação Camembert caiu no domínio público e tornou-se impossível uma proteção adequada, como ocorria para outros queijos como o Roquefort, Pecorino, Gorgonzola, entre outros. Assim, fabrica-se queijo Camembert no mundo inteiro (FURTADO, 2003).

Na França, entretanto, criaram-se leis visando proteger, pelo menos, o tradicional Camembert produzido na Normandia. O Camembert recebe a proteção do rótulo “Veritable Camembert de Normandie” por decisão em 12 de abril de 1968, com homologação sob o nº 002-68. Esta definição precisa bem: o queijo revestido pelo selo dos fabricantes do “Veritable Camembert de Normandie” é um Camembert conforme descrito no decreto nº 531.048, de 26 de outubro de 1953 e o queijo que possui, no mínimo, 45% de GES e, no mínimo, 115 g de extrato seco total (FRANCE, 2008).

### 3.2.1 Características

Segundo Furtado (2013) o Camembert é um queijo macio, maturado que se caracteriza, sobretudo, pelo crescimento externo do mofo branco *Penicillium camemberti*, apresentando-se como um manto aveludado e sem manchas. De acordo com o *Codex International Individual Standard for Camembert* de 1973 (CODEX STAN C-33, 1973):

Camembert é um queijo suave de superfície macia, maturado principalmente com fungos em conformidade com a Norma Geral para queijo e tendo a forma de um cilindro achatado ou setores do mesmo. O corpo apresenta uma cor quase branca a amarelo-claro e tem uma textura macia (ao pressionar com o dedo polegar), sem ser friável, maturado desde a superfície até o centro do queijo. Geralmente não há furos de gás, mas são aceitas algumas aberturas e rachaduras. Deve desenvolver uma crosta que deve ser macia, coberta inteiramente por mofo branco, mas pode ter manchas de tons avermelhado, marrom ou cor de laranja. O queijo inteiro pode ser cortado posteriormente ao desenvolvimento de fungos (CODEX STAN, 1978, p. 277).

O queijo Camembert apresenta, em média, 19,8% de proteína, 24,3% de gordura, 45 a 55% de GES e 51,8% de umidade (USDA, 2016). Na França, o queijo Camembert é definido como um queijo de 10,5 a 11 cm de diâmetro, massa mole, com mofos superficiais, contendo, no mínimo, 45% de GES e, no mínimo, 110 g de sólidos totais. Além destas características, o queijo Camembert da Normandia deve ser processado, exclusivamente, a partir de leite de vaca e coalho, contendo, no mínimo, 45% de gordura depois da secagem, e pesar, no mínimo, 250 g (FRANCE, 2008).

No Brasil não existe um padrão de identidade e qualidade específico definido pela legislação para o queijo Camembert, então, deve respeitar os parâmetros básicos para fabricação de queijos do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos (MAPA), por meio da Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 (CAMPOS, 2016). A única definição referente ao Camembert na legislação brasileira encontra-se no Decreto Estadual Paulista nº 12.486, de 20 de outubro de 1978, onde o queijo Camembert é definido como:

O produto obtido de leite integral ou levemente desnatado, não prensado, maturado pelo espaço mínimo de 4 semanas, desenvolvendo-se em sua superfície o fungo *Penicillium camemberti*, gerando uma massa macia, com crosta fina e levemente rugosa de cor marfim ou branco-acinzentada (SÃO PAULO, 1978, p. 25)

O decreto ainda preconiza que o queijo deve possuir umidade máxima de 52% (m/m) e teor de gordura mínima de 36% (m/m) (SÃO PAULO, 1978). Quando maturado, o queijo apresenta a composição média apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição centesimal do Camembert maturado.

<b>Aspectos físico-químicos</b>	<b>Média Geral</b>
pH superfície	7
pH interior	6
Umidade (% m/m)	48-51%
Sal (% m/m)	1,8-2%
Sal na umidade (% m/m)	4,5%
Gordura (% m/m)	23,00%
GES (% m/m)	43-49%
Nitrogênio solúvel/Nitrogênio total (% m/m)	34%
Proteína total (% m/m)	18%

Fonte: Furtado (2013)

O Camembert tradicional é feito a partir de leite cru com a adição de fermento láctico, já o queijo brasileiro é feito com leite pasteurizado, com características próximas ao original francês. Na maioria das vezes, o queijo é colocado no mercado tão logo se apresente inteiramente coberto de mofo, ou seja, com cerca de 10 a 14 dias. Desse modo, a maturação propriamente dita ocorre nas prateleiras dos pontos de venda (FURTADO, 1989).

Todos os queijos Camembert são caracterizados por serem cobertos por uma camada aveludada de fungo branco originada pelo crescimento do fungo *P. camemberti* ou *Penicillium candidum* sobre sua superfície (GALLI, 2018). A presença desse fungo confere ao queijo características específicas de sabor e aroma originadas durante a maturação, a qual é mais complexa do que para outras

variedades de queijo com microbiota mais simples (SHAW, 1981; SPINLER; GRIPON, 2004)

Cada variedade de fungo possui características particulares, de acordo com o substrato que metabolizam, conferindo identidade aos queijos que maturam (GORI *et al.*, 2007). O processo de desenvolvimento dos fungos do gênero *Penicillium* é minucioso e pode variar de acordo com as condições do substrato disponível na composição da massa, o que definirá qual a espécie deve ser utilizada na fabricação de um determinado queijo (LE DRÉAN *et al.*, 2010).

Para a fabricação do queijo Camembert existem diversas nomenclaturas utilizadas para definir o fungo de acordo com a região e suas características. Segundo Furtado (2013) existem quatro terminologias encontradas no mercado conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Terminologias empregadas para nomenclaturas dos fungos para queijo Camembert

<b>Terminologia</b>	<b>Diferenças</b>
<i>Penicillium camemberti</i>	Também conhecido como <i>Penicillium camemberti thom</i> , é a terminologia mais empregada na indústria mundial
<i>Penicillium candidum</i>	Também conhecido como <i>Penicillium candidum link</i> , terminologia proeminente na França, para fabricação de queijos Camembert e Brie
<i>Penicillium album</i>	Similar ao <i>Penicillium camemberti</i> , exceto ao final da maturação que se apresenta acinzentado
<i>Penicillium caseicolum</i>	Considerado um mutante branco do <i>Penicillium camemberti</i> , muito utilizado nos Estados Unidos, Dinamarca e Brasil

Fonte: Furtado, 2013.

### 3.2.2 Fabricação do queijo Camembert

Conforme descrito por Furtado (2013), o queijo Camembert possui etapas indispensáveis para sua fabricação que compõe e dão forma aos aspectos inerentes e exclusivos deste produto. O leite precisa ser padronizado com, aproximadamente,

3,0 a 3,2% (m/v) de gordura, o que, de acordo com a legislação francesa, proporcionará um queijo com, no mínimo, 45% (m/m) de GES.

Utiliza-se uma cultura iniciadora acidificante mesofílica, composta por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, a uma temperatura de, aproximadamente, 32 °C até que atinja 0,21 a 0,22 g de ácido láctico/100 mL e uma cultura secundária constituída de fungo filamentosso branco, *P. camemberti*. É recomendado que o fungo *P. camemberti*, seja adicionado ao leite na proporção de 1/3 da dose. Os outros 2/3 remanescentes serão diluídos com água esterilizada e pulverizados sobre os queijos (FUQUAY; FOX; McSWEENEY; 2011).

O leite adicionado de cultura iniciadora é maturado no tanque de fabricação antes da adição do coagulante visando o aumento prévio de sua acidez. Essa pré-maturação resulta em uma massa desmineralizada que é uma característica típica do Camembert (FUQUAY; FOX; McSWEENEY; 2011).

Geralmente, a coagulação ocorre entre 30 e 90 min resultando em um gel liso e firme, que é cortado por meio do uso de liras de corte gerando cubos (grãos) de 2 cm de aresta (FURTADO, 2013).

Os grãos passam por mexedura lenta por um curto período de tempo de 15 min e em seguida, a massa é enformada juntamente com o soro e deixada em repouso por, em média, uma hora para que então seja possível a realização de uma a três viragens no período de até cinco horas. Em contrapartida, em alguns processos tradicionais na França, a coalhada não é cortada de forma convencional (*moulage à la louche*) em que a massa é fracionada em grãos maiores, além de não sofrer agitação antes da enformagem (FURTADO, 2013).

A enformagem é realizada, em formas plásticas de fundo perfurado, seguida de viragens conduzidas, nas primeiras horas, sem que ocorra a dessoragem completa, evitando, assim, problemas de perda de umidade. Para que a etapa de fermentação seja eficiente, a temperatura ambiente deve ser de 20°C a 25°C, assim, o pH do queijo será de 4,7 a 4,8 em, aproximadamente, 24h (FUQUAY; FOX; McSWEENEY; 2011).

Essas etapas visam à retenção máxima do soro propiciando um queijo de alta umidade, que retém, conseqüentemente, grande parte do coagulante residual que terá papel fundamental no início do processo de maturação. (SHAW, 1981; VASSAL; GRIPON, 1984). A umidade deve ser controlada em todas as etapas, pois é crucial para a formação da textura e corpo do queijo (FURTADO, 2013).



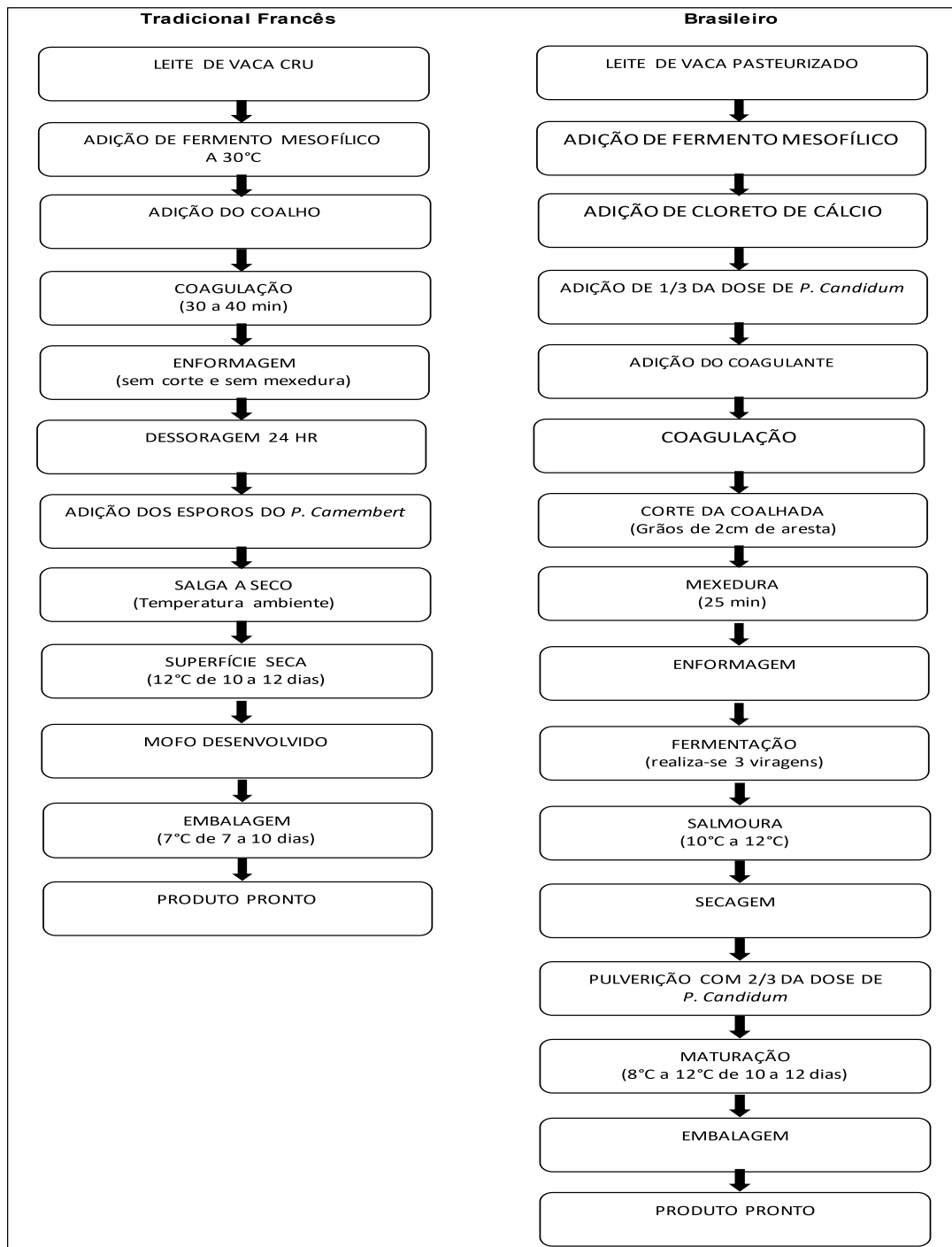
Após a fermentação a 25°C por 24h, os queijos são salgados mais usualmente em salmouras, porém não se descarta a salga a seco. A solução saturada de sal deve possuir 20% (m/v) de soluto, que exerce função seletiva na manutenção do queijo, pois o fungo empregado resiste a elevadas concentrações de sal (FURTADO, 2013; SICARD 2010). Em seguida, deve-se escorrer o excesso de salmoura dos queijos, inclinando-se as prateleiras, para que toda sua superfície esteja apta para a aspersão do fungo *P. camemberti*, geralmente liofilizado, é diluído em água esterilizada e pulverizado sobre as peças preparadas.

Após a pulverização, o queijo é levado à câmara de maturação para o desenvolvimento do fungo, com temperatura entre 10°C a 12°C e umidade relativa do ar de 95% com ventilação normal até o dia da embalagem (FURTADO, 2013; SHAW, 1981).

A etapa final, que de fato vai dar as características do queijo Camembert, é a maturação, em que o queijo permanece nas câmaras com temperatura controlada por volta de 12 a 30 dias de fabricação. No entanto, o Camembert produzido no Brasil geralmente é embalado entre 10 a 12 dias de maturação, sendo que o queijo acaba terminando sua maturação e arredondando seu perfil sensorial no próprio comércio. Considera-se que o ponto ideal de consumo esteja entre os 25 a 50 dias de maturação, o que proporciona a interação dos microrganismos com os agentes da maturação (temperatura, composição do ar e umidade relativa do ar), agregando ao queijo um sabor acentuado (FURTADO, 2013; LECLERCQ-PERLAT; CORRIEU; SPINLER, 2007; RIBEIRO, 2012).

A Figura 1 ilustra os processos de fabricação do queijo Camembert francês e brasileiro.

Figura 1 – Comparação do processo de fabricação do queijo Camembert francês e brasileiro.



Fonte: Fox *et al.*(2017); Furtado (2013)

Segundo Furtado (2003) um bom queijo Camembert, devidamente maturado, deve apresentar as seguintes características:

- Massa elástica, flexível e longa, bem homogênea e de cor amarelo-creme na região curada;

- A casca deve ser fina, branca ou ligeiramente rosada, sem excesso de fungos;
- O sabor deve ser leve e agradável, doce ou ligeiramente salgado, sem lembrar o sabor de nenhum outro queijo. Não deve ser picante, salgado demais, pútrido ou amoniacal, muito menos rancido ou saponificado. Comumente atribui-se ao Camembert um sabor “acre”, sobretudo nos queijos mais jovens, quando a acidez ainda se faz notar.

### 3.2.3 Maturação do queijo Camembert

A maturação consiste num período de tempo durante o qual ocorrem transformações nos componentes do queijo, resultando numa diversidade complexa de compostos que conferem aromas e sabores para cada tipo de queijo (FOX, 1993; BANK, 1998). Ela abrange diversos processos bioquímicos entre os dois principais constituintes orgânicos do leite: proteínas e lipídios. A maioria das reações primárias estão bem caracterizadas e muitos dos seus produtos ainda sofrem modificações, que não são totalmente compreendidas, mas que são provavelmente responsáveis pelo sabor característico dos queijos (KOPPEL; CHAMBERS, 2012).

O mais complexo desses eventos bioquímicos, a proteólise, é causada por agentes de várias fontes como o coagulante residual (geralmente quimosina), as enzimas lácteas (como a plasmina), a microbiota não inicial e várias enzimas da microbiota secundária (SOUSA; McSWEENEY, 2001). No entanto, o metabolismo da lactose e do citrato, que apesar de estarem presentes em baixas concentrações, é importante em todas as variedades de queijos (FOX *et al.*, 2000).

Cada queijo tem uma maturação particular, considerando que o tempo para esta fase se baseia nas condições ambientais e no substrato proporcionado a cada tipo de microrganismo envolvido no processo. Além disso, é diretamente influenciada por fatores extrínsecos e intrínsecos tais como tempo, temperatura, composição do ar e do substrato, além da umidade e do sal. Desta forma, a maturação é o processo mais importante na fabricação do queijo Camembert, pois é ela que define todo o sabor, textura e a complexidade sensorial deste produto (LOURENÇO NETO, 2013).

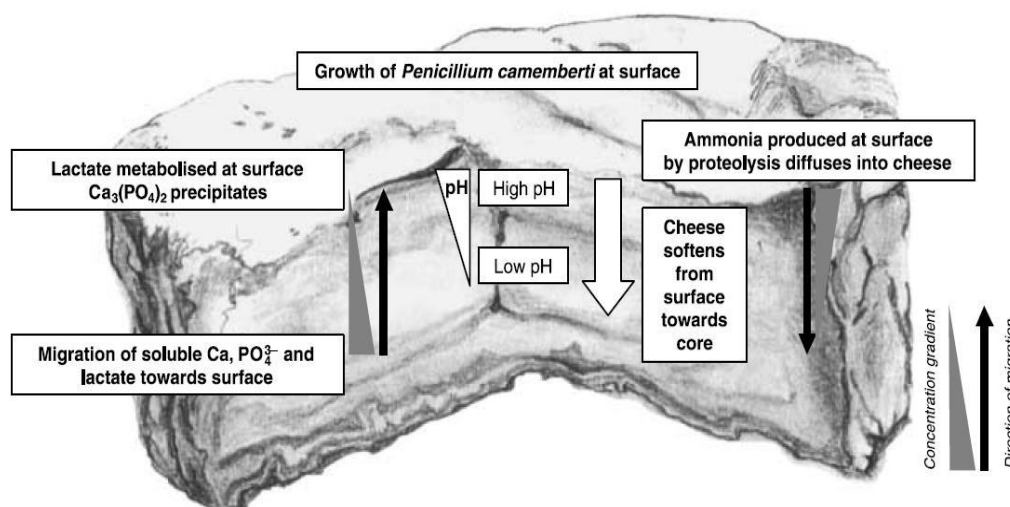
O principal agente da maturação do queijo Camembert é o mofo *P. camemberti*, que dá ao queijo características específicas que o difere dos demais

queijos, conferindo-lhe sabor, aroma e textura distintos (LECLERCQ-PERLAT *et al.*, 2000).

*P. camemberti* possui um sistema proteolítico constituído de diversas exo e endoproteases, cujo pH ideal estaria próximo a 6,0 e para algumas proteases próximo a 8,5. Essas proteases, produzidas na superfície, maturam o queijo em direção ao centro e estabelecem um gradiente com relação a diversos parâmetros como pH e teor de proteínas solúveis. Diz-se que a maturação do Camembert à superfície é pelo menos 10 dias mais avançada do que no centro do queijo (KOPPEL; CHAMBERS, 2012).

*P. camemberti* possui ainda um sistema lipolítico que hidrolisa as ligações ésteres dos triacilgliceróis, liberando ácidos graxos que conferem sabor e aroma ao queijo. A Figura 2 esquematiza a maturação do queijo Camembert.

Figura 2 – Maturação do queijo Camembert.



Fonte: Mc Sweeney (2007).

Durante a maturação do queijo Camembert, *P. camemberti* metaboliza o lactato de cálcio em água e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), o que leva à desacidificação da superfície do queijo e a uma gradual elevação do seu pH. A desacidificação é progressiva e resulta na formação de um gradiente de pH, que é maior na casca e diminui gradativamente em direção ao centro do queijo. O fenômeno provoca a migração do lactato de cálcio do centro para a casca, onde é utilizado como fonte de

carbono pelo fungo filamentoso. Pouco a pouco, o pH vai subindo, atingindo 7,0 na casca e 5,5 no centro do queijo. A caseína só começa a ser degradada quando já não há mais resíduos de lactato no queijo (FOX *et. al.* 2004, ORDÓNEZ *et al.*, 2005).

Ao longo da maturação, o pH tende a aumentar, devido ao metabolismo do lactato, e favorece a cremosidade da massa (SPINNLER, 2017). De acordo com Spinnler;Gripon (2004), esse aumento do pH resulta em efeitos importantes durante o processo de maturação:

- I. desenvolvimento de bactérias mais sensíveis a meios ácidos, como os *Micrococcus* e bactérias corineformes, contribuindo para o sabor e aroma tradicional do queijo;
- II. o favorecimento da atividade da maioria das enzimas responsáveis pela maturação, principalmente proteolíticas, uma vez que estas têm pH ótimo de ação perto da neutralidade;
- III. a migração de minerais da massa, onde o cálcio e o fosfato migram para o exterior da massa durante o crescimento do fungo devido ao gradiente de pH existente entre o interior e o exterior do queijo. O alto pH da superfície causa a formação de fosfato de cálcio insolúvel tornando a casca mais dura e concentrando cerca de 80% do cálcio e 55% do fósforo total do queijo na casca;
- IV. favorece a dissociação e solubilização das proteínas, afetando as características reológicas do queijo e tornando-o mais macio.

Outra reação muito importante na maturação do queijo Camembert é do catabolismo de aminoácidos, que produz amônia livre ( $\text{NH}_4^+$ ) a partir das deaminases do fungo superficial da casca, sendo um forte composto aromático que também tem função importante no amaciamento do queijo. No entanto, o aumento da concentração de  $\text{NH}_4^+$  no ambiente de maturação estimula a microbiota superficial que é a principal responsável pela formação do sabor levemente amargo e aroma amoniacal deste queijo, cada vez mais intensos no decorrer da maturação ocasionada por peptidases fúngicas e bacterianas (LEMIEUX; SIMARD, 1992; ENGEL *et al.*, 2001).

Ao final da maturação, é comum a presença de *Brevibacterium linens*, que se desenvolve devido à neutralização da massa, ou seja, apenas em pH acima de 5,6. Entretanto, se o teor de sal for acima de 5,0% na umidade esta bactéria começa a

ser inibida. Essa bactéria confere uma coloração levemente alaranjada à casca do Camembert, que é comum no queijo de maturação avançada. Não é considerado um defeito, e só se observa em queijos de maturação avançada (mais de 50 ou 60 dias) ou em queijos de boa qualidade, mas que não foram comercializados sob temperatura adequada, sofrendo assim uma aceleração da maturação (LECLERCQ-PERLAT *et al.* 2007)

O tempo de maturação determina o período em que todas as interações bioquímicas estarão em pleno desenvolvimento, influenciando diretamente as características sensoriais ideais para cada tipo de consumidor, bem como o valor agregado ao produto. Especialmente em queijos de mofo branco, o tempo de maturação escalona os consumidores em grupos distintos, ou seja, quanto mais extenso o período de maturação, de 30 a 45 dias, mais intensas serão as características que definem o queijo por apresentar massa mole e resíduo de amargor. Contudo, o brasileiro geralmente prefere queijos mais suaves, maturados entre 10 e 15 dias (RIBEIRO, 2012).

### **3.2.4 Principais defeitos do queijo Camembert**

O processo de maturação do queijo Camembert é extremamente delicado, mesmo com o mofo *P. candidum* desenvolvido na casca, o queijo é muito susceptível ao ataque de fungos contaminantes e o próprio desenvolvimento do mofo branco pode provocar problemas se não for devidamente controlado (FURTADO, 2003).

Durante a fabricação, podem ocorrer alguns problemas devido à baixa atividade do fermento láctico e, conseqüentemente, obter um queijo com pH mais elevado acima de 4,9. Esse pH elevado prejudica o dessoramento e favorece o crescimento de *Mucor* de cor cinza na superfície do queijo, que leva o nome de “pelo de gato” e pode causar gosto amargo, além de conferir-lhe aspecto desagradável. Além disso, esse defeito pode aparecer quando as temperaturas de maturação são muito elevadas (FURTADO, 2003).

Segundo Furtado (2003), outro problema muito recorrente em fábricas de Camembert é o desenvolvimento excessivo de *Geotrichum candidum*, principalmente em queijos que não tiveram o processo de salga correto, causando o defeito conhecido como “pele de sapo”. Esse é caracterizado pela formação de uma

camada amarelada na casca do queijo, de odor estranho, como se fosse uma pele ligeiramente enrugada, o que causa a separação da casca e a massa, deixando-a muito frágil e quebradiça

A maturação avançada também pode gerar problemas no queijo, o gosto amargo é um dos principais problemas de queijos mais velhos. As enzimas produzidas pelo próprio fungo promovem uma desaminação oxidativa de alguns aminoácidos, formando outros, com a liberação de  $\text{NH}_4^+$  ou amoníaco que se acumulam na massa. Além disso, a maturação avançada pode trazer alguns problemas de casca. Ao final da cura, o pH do queijo situa-se em torno de 7,0, a camada de fungo torna-se cada vez mais rala e, sobre os queijos envelhecidos se desenvolve o *B. linens*, uma bactéria comum em queijos de alto grau de proteólise e que confere um tom rosado à casca do Camembert (LECLERCQ-PERLAT *et al.* 2007).

### 3.3 Rendimento

O rendimento na fabricação de laticínios é um importante indicador de eficiência e sucesso produtivo, sendo uma ferramenta valiosa para o aperfeiçoamento do processo e para o equilíbrio custo-lucro da empresa (SALES *et al.*, 2016). Diversos fatores têm influência sobre o rendimento de fabricação, como genética, alimentação, estado fisiológico e sanidade que dependem do animal; ou variáveis do processo e da tecnologia, como manipulação e aproveitamento da matéria-prima, além das perdas de constituintes pelo soro (TRIPALDI *et al.*, 2003; ABD ELGAWAD; AHMED, 2011).

O queijo é um concentrado lácteo constituído principalmente de proteínas, lipídios e água, que formam uma massa coagulada (PERRY, 2004). O processo de coagulação se resume na recuperação de gordura, caseína e a retenção de fosfato de cálcio no queijo, formando uma espécie de rede que aprisiona a água e demais constituintes no grão da coalhada (MARGOLIES *et al.*, 2017). De maneira técnica o rendimento é definido como quilogramas de um determinado tipo de queijo por 100 Kg de leite, diferenciando-se na concentração de gorduras e proteína, sendo que a composição do queijo varia de acordo com o seu tipo e, conseqüentemente, o rendimento também irá variar (FOX *et al.*, 2000).

De acordo com Furtado (1991), o teor de umidade do queijo tem efeito proporcional no rendimento final de produto, quanto mais água no queijo maior será o rendimento. A umidade é o principal parâmetro composicional do queijo, porém, é importante controlar sua variação para manter compatível com as características funcionais e sensoriais desejadas em cada tipo de queijo.

Além disso, outro fator que afeta o rendimento na produção de queijos é a composição do leite, especialmente o teor de caseína e gordura. Esses constituintes dependem da raça, idade do animal, período de lactação, alimentação e a sazonalidade (MARGOLIES *et al.*, 2017).

A caseína, após ser coagulada pela ação do coalho, é responsável pela formação da rede proteica de paracaseinato de cálcio que aprisiona os demais elementos do leite como gordura, lactose, sais minerais e proteínas do soro (MARGOLIES *et al.*, 2017). Aumentando-se o teor de caseína do leite, o rendimento de fabricação aumenta diretamente pela maior quantidade de proteína que é retida e indiretamente pela maior retenção de água no queijo (GUINEE; MCSWEENEY, 2006).

Já a gordura é responsável pelo impedimento físico na contração da matriz proteica após a coagulação, diminuindo a sinérese devido a solidificação dos glóbulos de gordura com consequente aumento da umidade e do rendimento do queijo (TUNICK *et al.*, 1991; ROWNY *et al.*, 1999).

Portanto, a seleção genética de vacas que produzem leite com maior teor de proteínas e gordura, provoca um aumento no rendimento da fabricação de forma direta pela maior quantidade de proteína retida e de forma indireta pela retenção dos demais constituintes no queijo (GUINEE; MCSWEENEY, 2006).

A sanidade do rebanho também está relacionada com a composição físico-química do leite. A contagem de células somáticas (CCS) é uma maneira de monitorar a mastite no rebanho em resposta a reação inflamatória da glândula mamária, e está diretamente ligada à diminuição da produtividade e alterações na composição físico-química do leite em relação a gordura, lactose e caseína (KLEI *et al.*, 1998). O leite com alta CCS tem elevada atividade enzimática causando alteração na estrutura e concentração da caseína, deixando a coalhada mais frágil e suscetível a perda de componentes para o soro, o que prejudica o rendimento e a qualidade dos produtos lácteos (SALES *et al.*, 2016)



Um ponto de destaque que gera alterações enzimáticas no leite são os longos períodos de resfriamento durante a estocagem da matéria-prima. Após a ordenha, o leite deve ser resfriado rapidamente a 4°C, no entanto a exposição a baixas temperaturas por longos períodos favorecem o desenvolvimento de microrganismos psicrótróficos. Essa proliferação tem sido associada com a redução do rendimento industrial na produção de queijos, devido à ação das enzimas proteolíticas e lipolíticas desses microrganismos que promovem a degradação da caseína e da gordura (BERG *et al.*, 1998)

A otimização dos processos e a evolução da qualidade do leite é importante para melhorar o aproveitamento desses constituintes na coalhada (MARGOLIES *et al.*, 2017). Quanto maior a percentagem de sólidos recuperados do leite para o queijo, maior a quantidade obtida de queijo e portanto, maior o rendimento em termos econômicos para a indústria (FORMAGGIONI *et al.*, 2008).

Economicamente, o rendimento tem grande importância para as indústrias produtoras de queijos, necessitando uma atenção em todas as etapas de fabricação (DADOUSIS *et al.*, 2017). Deve-se atentar para evitar a degradação da proteína e da gordura ao longo dos processos críticos, como homogeneização e tratamento térmico do leite; a temperatura e pH do leite durante todo o processamento o tipo de coagulante utilizado, o tempo de coagulação a forma de corte a firmeza de coalhada para cortar a salga e perda de umidade durante a maturação (SALES *et al.*, 2016).

O corte e mexedura é um ponto de atenção, pois é a primeira etapa que se permite o controle da umidade no grão da coalhada e perdas de componentes para o soro. A sinérese do grão e estrutura da rede proteica é influenciada por diversas variáveis como velocidade de mexedura, corte e o tamanho do grão, temperatura de cozimento da massa, que podem influenciar o rendimento do queijo (KINDSTEDT; FOX 1991). Além disso, a salga tem efeito direto na umidade do queijo, principalmente a realizada em salmouras, pois a troca osmótica entre água e sal no queijo causa uma redução do peso correspondendo em torno de duas vezes a quantidade de sal absorvida (FOX *et al.*, 2000).

Devido aos diversos teores de umidade e sal dos queijos, o cálculo do rendimento em base úmida não indica exatamente a taxa de aproveitamento dos componentes do leite na coalhada. Para evitar equívocos é interessante calcular o rendimento ajustado, por meio das fórmulas descrita por Mazal *et al.*(2007) para o mesmo teor de umidade e sal (RAJ). Um alto teor de umidade pode determinar um

alto rendimento úmido, mas não significando que a coalhada contenha uma alta concentração de sólidos, como proteína e gordura (VASCONCELOS *et al.*, 2004).

A cifra de transição é um meio de determinar a taxa de recuperação de sólidos do leite para queijo. Segundo Guinee; O’Kennedy; Kelly (2006) a cifra de transição da gordura total do leite varia proporcionalmente ao teor de proteína do leite, e diminui a perda de gordura no soro. Desta forma o uso da relação caseína/gordura se torna um método eficaz para aumentar o rendimento na fabricação de queijos.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Localização**

O processamento do queijo tipo Camembert foi realizado em um laticínios situado em São Vicente de Minas, Minas Gerais (MG), Brasil.

As análises físico-químicas do leite cru e do soro, as análises microbiológicas e sensoriais foram feitas no laboratório do Laticínios e as análises físico-químicas, perfil de textura e cor dos queijos tipo Camembert obtidos durante a realização do trabalho foram conduzidas nos laboratórios de pesquisa da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG ILCT), em Juiz de Fora, MG, Brasil.

### **4.2 Desenho Experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos com quatro tempos (2, 10, 30 e 60 dias de maturação) e 12 repetições.

Os queijos tipo Camembert fabricados foram embalados após 10 dias da fabricação. Amostras de soro, leite e queijo foram coletadas e analisadas para o estudo do rendimento de fabricação e também foi feito o registro da massa de cada um destes itens por meio de uma balança para determinação dos rendimentos.

Os queijos obtidos foram submetidos às análises físico-químicas e rendimento. Ao longo da maturação foram avaliadas a proteólise, pH, proteínas, análises físico-químicas, perfil de textura e cor instrumental conforme detalhado na Tabela 4. As análises microbiológicas foram realizadas com 20 dias e, posteriormente, foram conduzidas as análises sensoriais.

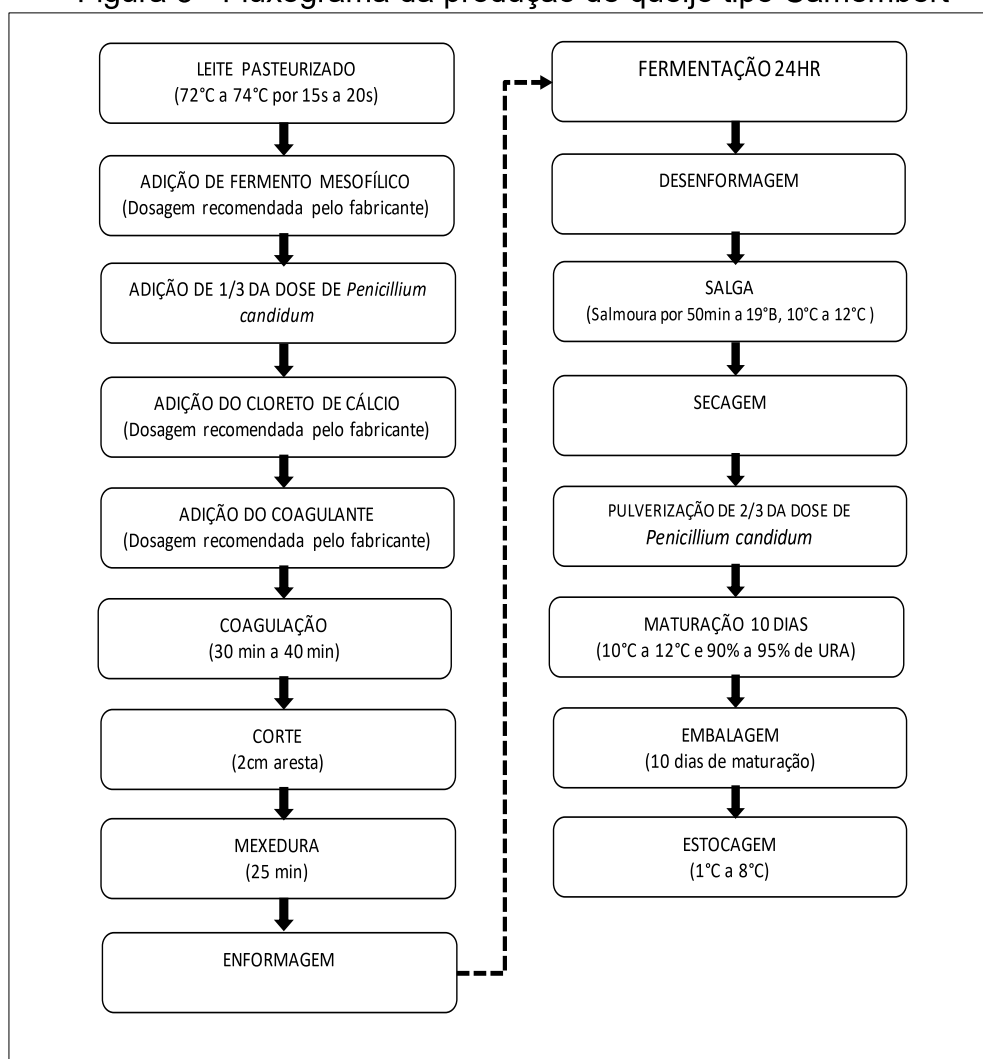
Tabela 4 - Número de repetições (fabricações), tempos avaliados e as análises que foram realizadas nesse projeto no leite, no soro e nos queijos.

Amostra	Análises	Número de Repetições	Tempo (dias)					
			1	2	10	20	30	60
Leite cru	Físico-químicas	12	X					
Soro	Físico-químicas	12	X					
Queijo	Físico-químicas	12		X	X		X	X
Queijo	Rendimento	12		X	X		X	X
Queijo	Perfil de textura	12			X			
Queijo	Índice de proteólise	12		X	X		X	X
Queijo	pH	12		X	X		X	X
Queijo	Cor instrumental	12		X	X		X	X
Queijo	Análises microbiológicas	12				X		
Queijo	Teste de aceitação	12					X	

### 4.3 Tecnologia de fabricação do queijo tipo Camembert

Os queijos tipo Camembert foram fabricados utilizando a tecnologia apresentada na Figura 3, utilizando leite integral com diferentes concentrações de gordura, como é habitualmente fabricado no laticínios.

Figura 3 - Fluxograma da produção de queijo tipo Camembert



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

#### 4.4 Análises físico-químicas do leite cru

As amostras de leite cru das fabricações foram avaliadas em relação à:

- Acidez titulável: Foi realizado pelo método titulométrico com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L e o resultado foi dado em % (m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido láctico (BRASIL, 2006);
- pH: Foi realizado por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- Densidade a 15 °C: Foi realizado por meio de um termolactodensímetro (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/v) de proteína verdadeira: Foi realizada a partir da determinação dos teores de nitrogênio total (NT) e nitrogênio dos compostos

não proteicos (N-NPN) pelo método de Kjeldahl (PEREIRA *et al.*, 2001). O fator utilizado para a conversão de nitrogênio em proteína foi de 6,38;

- Extrato seco total: Método gravimétrico em estufa  $102 \pm 2$  °C (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/v) de gordura: Foi realizado pelo método butirométrico (BRASIL, 2006).

#### **4.5 Análises físico-químicas do soro**

As amostras dos soros foram coletadas 25 min após o corte da coalhada e analisadas quanto a:

- Acidez titulável: Foi utilizado o método titulométrico com solução de NaOH 0,1 mol/L e o resultado foi dado em % (m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido láctico (BRASIL, 2006);
- pH: Foi realizada por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- Densidade a 15 °C: Foi realizada por meio de um termolactodensímetro (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/v) de proteína verdadeira: Foi realizada a partir da determinação dos teores de NT e N-NPN pelo método de Kjeldahl (PEREIRA *et al.*, 2001). O fator utilizado para a conversão de nitrogênio em proteína foi de 6,38;
- Teor percentual (m/v) de gordura: Foi realizado pelo método butirométrico (BRASIL, 2006).

#### **4.6 Análises físico-químicas do queijo tipo Camembert**

As amostras de queijos foram trituradas com casca e miolo, para que fossem representativas do queijo e foram analisadas nos tempos de 2, 10, 30 e 60 dias de maturação quanto a:

- pH: Foi realizada por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/v) de gordura: Foi realizado pelo método butirométrico (BRASIL, 2006);

- Teores percentuais (m/m) de umidade e sólidos totais: Foi realizado pelo método gravimétrico em estufa a  $102 \pm 2$  °C (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/v) de proteína: Foi realizada a partir da determinação dos teores de nitrogênio total da amostra pelo método de Kjeldahl. O fator utilizado para a conversão de nitrogênio em proteína foi de 6,38 (PEREIRA *et al.*, 2001);
- Nitrogênio total: obtidos pelo método Kjeldahl (PEREIRA *et al.*, 2001);
- Teor percentual de proteína total: com base no teor de nitrogênio total, conforme descrito na seção 6.036 da A.O.A.C. (1984). O fator utilizado foi 6,38; (PEREIRA *et al.*, 2001);
- Índice de extensão de proteólise (relação % N<sub>SpH4,6</sub>/NT);
- Índice de profundidade de proteólise (relação % N<sub>STCA 12</sub>/NT);
- Teor percentual de cloretos (PEREIRA *et al.*, 2001).

#### 4.7 Análises do Perfil de textura do queijo tipo Camembert

A textura foi avaliada pela análise do perfil de textura (TPA) dos queijos, utilizando um Texturômetro CT3 Textura Analyzer (Brookfield, Middleboro, EUA). A análise foi realizada inserindo a probe no miolo e em cinco pontos na lateral do queijo inteiro após a retirada da casca, conforme a Figura 4 com uma probe com 20 mm de altura e 38,1 mm de diâmetro.

Figura 4. Modelo dos testes realizados na lateral e miolo do queijo tipo Camembert.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

No decorrer dos ensaios, as amostras foram comprimidas a 30%, velocidade do teste 1 mm/s, célula de carga de 4500 g. Os parâmetros mensurados pela TPA

foram dureza, mastigabilidade, adesividade, elasticidade e coesividade nos dias 2, 10, 30 e 60 dias de maturação do queijo.

#### 4.8 Análises de cor instrumental do queijo tipo Camembert

A amostra do queijo foi triturada com casca e miolo e a avaliação da cor instrumental dos queijos foi realizada pelo sistema de operação CIEL\*a\*b\*, por meio do espectrofotômetro CM-5, com abertura inferior (Konika Minolta, Sensing Americas, Inc., USA), calibração automática do padrão branco (refletância) /100%. A refletância foi avaliada em faixa de comprimento de onda de 360 até 740 nm, área de medição LAV com diâmetro de 30 mm, componente especular incluído para SCI (Gadonski, Feiber, Almeida, Naufel, & Schmitt, 2018), máscara de medição para miniplaca de Petri CM-A158 e placa de Petri CM-A128. As análises foram realizadas nos dias 2, 10, 30 e 60 dias de maturação do queijo.

#### 4.9 Rendimento da fabricação

As amostras de soro, leite e queijo foram coletadas e analisadas para o estudo do rendimento de fabricação, cada um desses itens teve a massa registrada. Para calcular o rendimento ajustado e a recuperação dos componentes do leite foram utilizadas as equações descritas por Alves *et al.*(2013). O rendimento dos queijos foi calculado de acordo com a equação 1.

$$R \left( Kg \text{ de } \frac{\text{leite}}{100Kg} \text{ de queijo} \right) = \frac{\text{massa de queijo obtida em Kg}}{\text{massa de leite utilizada em Kg}} \quad (1)$$

O rendimento em L/kg dos queijos foi calculado de acordo com a equação 2.

$$R \left( L \text{ de } \frac{\text{leite}}{Kg} \text{ de queijo} \right) = \frac{\text{Litro}}{\text{Kg}} \quad (2)$$

O rendimento ajustado (RAJ) foi calculado de acordo com a utilização da umidade a 50% (m/m) e do teor de sal a 1,2% (m/m) no queijo tipo Camembert, conforme a equação 2.

$$RAJ \left( Kg \text{ de } \frac{\text{leite}}{100Kg} \text{ de queijo} \right) = \frac{(\text{rendimento}) \times (100 - (\% \text{ umidade real} + \% \text{ sal real}))}{100 - (\% \text{ umidade desejada} + \% \text{ sal desejada})} \quad (3)$$



\* Valores de umidade e sal desejados foram definidos posteriormente pela média da umidade e sal encontrados nas análises.

A recuperação de gordura (RG) e proteína (RP) do soro e do queijo foram calculadas de acordo com a equação 3. A amostra apresentada nessa equação pode ser representada pelo teor da gordura ou da proteína do soro ou do queijo.

$$RG \text{ ou } RP (\%) = \frac{\text{massa da amostra} \times (\%) \text{do componente da amostra} \times 100}{\text{massa de leite ou retentado} \times (\%) \text{componente do leite ou retentado}} \quad (4)$$

#### 4.10 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas aos 20 dias de maturação dos queijos tipo Camembert. A amostragem dos queijos foi realizada de acordo com a Portaria n°146/96, coletando 5 amostras (n=5). As seguintes análises foram realizadas:

- Contagem de coliformes a 30 e a 45 °C: *Petrifilm Coliform Count Plate*, 3M, NM-USA (AOAC 991.14 – Contagem de coliformes e *E. coli* em alimentos, película reidratável seca);
- Contagem de *Staphylococcus aureus*: *Petrifilm Staph Express Count Plate*, 3M, NM-USA (AOAC 2003.08 – Método para contagem de *Staphylococcus aureus* em laticínios);
- Detecção de *Salmonella* sp.: *Petrifilm Salx 6536 3M*;
- Detecção de *Listeria* sp.: *Listeria Petrifilm El Cont Listeria Ambiental 6447*.

#### 4.11 Análise sensorial

O teste de aceitação foi realizado, mediante o uso de uma escala hedônica de nove pontos (JONES *et al.*, 1955) conforme ficha de resposta modelo (Figura 5) aos 30 dias de maturação dos queijos. Setenta provadores não treinados foram selecionados aleatoriamente e avaliaram os atributos de aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. As amostras foram apresentadas de maneira casualizada e balanceadas, em temperatura ambiente (25°C), devidamente

codificadas com números aleatórios de três dígitos, em pratos descartáveis, contendo aproximadamente 30 g de queijo.

As respostas dos provadores foram transformadas em valores numéricos para análise estatística, por programa apropriado SISVAR (FERREIRA, 1999).

Figura 5 – Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação por escala hedônica de nove pontos para o queijo

<b>Ficha de Avaliação Sensorial</b>					
Nome: _____			Idade: _____		
Data: _____					
1) Quanto você gostou ou desgostou de cada amostra? De modo geral, por favor indique o quanto você gostou ou desgostou, utilizando a escala hedônica abaixo:					
9 - Gostei extremamente (Adorei)					
8 - Gostei muito					
7 - Gostei moderadamente					
6 - Gostei ligeiramente					
5 - Nem gostei/Nem desgostei					
4 - Desgostei ligeiramente					
3 - Desgostei moderadamente					
2 - Desgostei muito					
1 - Desgostei extremamente (Detestei)					
Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

#### 4.12 Análise estatística

O delineamento utilizado foi em blocos, considerando o tempo como tratamento principal e 12 repetições. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey com significância de 5% ( $P < 0,05$ ) por meio do programa estatístico Software R, assim como a análise de componentes principais dos resultados sensoriais.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análises físico-químicas dos leites cru

A Tabela 5 apresenta os valores médios da composição físico-química dos leites crus utilizados nas fabricações dos queijos tipo Camembert.

Tabela 5 – Valores médios da composição físico-química dos leites crus utilizados nas fabricações dos queijos tipo Camembert

Análises físico-químicas (unidade)	Média ± desvio padrão)
Extrato seco total (% m/v)	11,31 ± 0,24
Extrato seco desengordurado (% m/v)	8,00 ± 0,19
Proteína (% m/v)	2,89 ± 0,15
Caseína (% m/v)	2,15 ± 0,06
Gordura (% m/v)	3,31 ± 0,20
pH	6,50 ± 0,11
Acidez titulável (% m/v)	0,1675 ± 1,14
Densidade a 15 °C (g/mL)	1,03 ± 0,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os resultados obtidos da avaliação dos aspectos físico-químicos do leite cru empregado nas fabricações dos queijos tipo Camembert estão de acordo com os padrões previstos na Instrução Normativa nº77, de 26 de novembro de 2018, do MAPA (BRASIL, 2018).

Neste estudo encontramos que os leites apresentavam em média 2,15% (m/v) de caseína e uma relação caseína/gordura média de 0,65. Segundo Furtado (2003), o leite deve ser padronizado de acordo com a caseína, mas em geral considera-se de 2,7 a 3,0% o ideal. Uma vez que, esta padronização do leite pode conferir um bom rendimento na fabricação e um produto final com pelo menos 45% de GES.

A composição físico-química do leite influencia diretamente a composição físico-química do queijo, e variam de acordo com a raça, idade, período de lactação, sazonalidade e alimentação do animal. Por isso, para garantir um produto final com qualidade padronizada é importante realizar a determinação da composição centesimal do leite, além de influenciar diretamente no rendimento na fabricação dos queijos (MARGOLIES *et al.*, 2017).

## 5.2 Análises físico-químicas dos soros

A Tabela 6 apresenta os valores médios da composição físico-química dos soros obtidos das fabricações dos queijos tipo Camembert.

Tabela 6 – Valores médios da composição físico-química dos soros obtidos das fabricações dos queijos tipo Camembert

Análises físico-químicas (unidade)	Média ± desvio padrão
Extrato seco total (% m/v)	6,64 ± 0,24
Extrato seco desengordurado (% m/v)	6,39 ± 0,17
Proteína (% m/v)	0,57 ± 0,07
Gordura (% m/v)	0,25 ± 0,04
pH	6,41 ± 0,10
Acidez titulável (% m/v)	0,1183 ± 1,19
Densidade a 15 °C (g/mL)	1,02 ± 0,15

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os soros analisados apresentavam em média 0,25% (m/v) de gordura e, por isso, estão dentro da faixa esperada de acordo com Munck (2006). Segundo este autor, o soro de queijo deve apresentar valores médios entre 0,3 e 0,5% (m/v) de gordura. A perda desse componente demasiadamente para o soro é um indicativo de que a relação caseína/gordura e os processos de fabricação não estão adequadamente padronizados.

A acidez do soro apresentou resultados médios de 0,1183%, dentro da proporção esperada em relação a acidez do leite. De acordo com Costa Júnior (2006), as análises de soro são utilizadas como direcionamentos para controle e verificação do processo de fabricação de queijos. Durante este momento, a acidez do soro deve ser, em média, 2/3 da observada no leite. Oliveira (2016) relata que a albumina presente no soro seja a principal responsável pela sua acidez aparente, além de fosfatos e citratos dissolvidos.

## 5.3 Análises físico-químicas dos queijos tipo Camembert

A Tabela 7 apresenta os valores médios da composição físico-química dos queijos tipo Camembert após 30 dias de fabricação, que é o tempo médio de shelf life do produto.

Tabela 7 – Composição físico-química dos queijos tipo Camembert após 30 dias de fabricação

Análises físico-químicas (unidade)	Média ± Desvio padrão
Umidade (% m/m)	47,02 ± 0,82
Gordura (% m/m)	34,12 ± 1,00
Gordura no extrato seco (GES; % m/m)	64,40 ± 1,32
Proteína (% m/m)	22,90 ± 2,35
Sal (% m/m)	1,75 ± 0,24

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No estudo realizado, a média de umidade dos queijos ficou classificada como alta umidade, segundo (BRASIL,1996) dentro dos padrões legais, atendendo a legislação vigente. A Portaria n° 146/96 do MAPA estabelece os valores que devem ser atendidos de acordo com a classificação dos queijos para os parâmetros de umidade e de gordura. O Decreto Estadual Paulista n° 12.486, de 20 de outubro de 1978 preconiza que o queijo deve possuir umidade máxima de 52% (m/m), e de acordo com a legislação o queijo desse estudo obteve umidade dentro do padrão.

De acordo com Furtado (2003), os queijos Camembert com um dia de fabricação devem apresentar entre 51 e 52% de umidade para ter uma maior durabilidade no mercado, podendo chegar a 48% após 30 dias.

A umidade é um parâmetro de extrema importância para os queijos e demais alimentos, pois está diretamente relacionada à atividade de água e influencia a vida de prateleira dos alimentos (COELHO, 2007). Além disso, a umidade tem grande influência não só na qualidade, mas também na textura e no sabor (FOX; McSWEENEY, 2004; McSWEENEY, 2007), sendo, um fator importante para o desenvolvimento das características típicas e propriedades funcionais do mesmo.

Em estudo com queijos Camembert tradicional, Dias (2007) obteve valores de umidade de 52% (m/m). Valores entre 45,56 a 48,80%(m/m) foram encontrados em Camembert fabricados no Brasil e na França avaliados em um estudo de Pereira (2014). Observa-se que o queijo com 30 dias de fabricação tem umidade semelhante aos queijos produzidos tanto no Brasil quanto na França.

Os valores médios de gordura encontrados neste estudo de aproximadamente 34% (m/m) foram aproximadamente 10% maiores do que Dias (1981) encontrou. Voigt *et al.*(2011) citam valores de 18,4 a 23,67% para queijo Camembert francês, e Lima, Goulart e Oliveira (2010) encontraram valores entre 23

a 28%. O Decreto Estadual Paulista nº 12.486, de 20 de outubro de 1978 preconiza que o queijo deve possuir teor de gordura mínima de 36% (m/m) (SÃO PAULO, 1978), no entanto se considerado essa legislação o queijo se encontra fora dos padrões

O queijo tipo Camembert desse estudo foram enquadrados como extra gordo de acordo com a Portaria nº146/1996 do MAPA, ou seja, entre 45,0 a 59,99% (m/m) de GES. Observa-se que foi utilizado um leite sem padronização de gordura, o que resultou num GES acima da média esperada para o queijo maturado que deve ser de 43 a 49% (m/m) segundo Furtado (2003). De acordo com os estudos de Oliveira *et al.*(1998) e de Sena *et al.*(2000), há grandes variações nos teores de gordura em queijos de massa mole, o que pode ser explicado pela falta de um Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para esse queijo no Brasil. Voigh *et al.*(2011) encontraram valores entre 18,4 a 23,67% de GES em queijos Camembert produzidos em diferentes regiões da França enquanto Lima, Goulart e Oliveira (2010) encontraram valores de 23 a 28,5% de GES.

Na França o queijo deve possuir, segundo a legislação local, no mínimo, 45% de GES e, no mínimo, 115 g de extrato seco total (FRANCE, 2008), dessa forma o queijo desse estudo se enquadra dentro dos padrões franceses.

Esta variação nos valores pode ser explicada pela falta de padronização da gordura do leite integral no início do processo, conforme foi utilizada a metodologia usual da fábrica com leite integral.

A proteína é o composto da massa de queijo mais importante para a qualidade do produto. Ela é a principal responsável pela elasticidade da massa, textura e formação de compostos que caracterizam o sabor e o aroma do queijo após a proteólise (ECK, 1987). Observa-se que no presente estudo os valores de proteína ficaram próximo dos encontrados em queijos produzidos na França, embora a tecnologia francesa de fabricação seja um pouco diferente da utilizada

No estudo de Pereira (2013), o queijo Camembert produzido na França apresentou média de proteína de 18,48% (m/m), enquanto Dias *et al.*(2012) identificaram resultados para proteína em queijos tipo Camembert de 17,44 a 17,97%, indicando pouca variação. Voigh *et al.*(2011) encontraram valores de proteína do queijo Camembert de 13,71 a 19,76%. Katiki, Bonassi e Roça (2006) analisaram 12 amostras de queijo com mofo branco e encontraram valores entre 22,53 e 23,98% de proteína. Hurtaud *et al.*(2009) encontraram valores entre 18,7 e

22,8% em queijos Camembert produzidos em diferentes regiões da França. A USDA *Nutrient Data base for Standard Reference, Release 14* (2001) preconiza, para o queijo Camembert, 19,79% de proteína.

Narimatsu *et al.*(2003) descreveram valores de proteína do queijo Camembert entre 18,16 e 21,38 %(m/m). Silva e Ferreira (2010) analisaram queijos de massa mole e encontraram valores de proteína entre 12,00 e 22,00 %(m/m), o que demonstram uma grande variação entre as amostras. Já Bernardi *et al.*(2000) encontraram valores entre 20,76 e 21,46 %(m/m), e Lima *et al.*(1998), valores de proteína de 24,23 a 25,22 %(m/m) em queijos de massa macia, o que demonstra uma pequena variação nos valores de proteína. Yunes e Benedet (2000) e Fox e Law (1991) citaram que o cloreto de cálcio influencia o teor de proteína retida no grão da coalhada, enquanto o coalho influencia diretamente a proteólise durante a maturação

#### 5.4 Rendimento de fabricação

A Tabela 8 apresenta os valores médios do rendimento e recuperação de gordura e proteína.

Tabela 8 – Rendimento, rendimento ajustado e recuperação de gordura e proteína do leite para o queijo tipo Camembert

Parâmetros avaliados (unidade)	Média ± Desvio padrão
Rendimento (kg/100 kg)	11,68 ± 0,59
Rendimento ajustado (RAJ; kg/100 kg)	11,53 ± 0,55
Rendimento ajustado (RAJ; L/kg)	8,67 ± 0,54
Recuperação gordura do leite para o queijo (RG; %)	94,67 ± 2,57
Recuperação proteína do leite para o queijo (RP; %)	85,20 ± 4,81

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os queijos do estudo encontram-se em coerência com a literatura, conforme apresentado na Tabela 8. No entanto, o rendimento ajustado médio em L/kg foi de 8,67 L/kg, resultado pior do que preconizados por esses autores, que realizaram o ajuste de umidade para 51%, enquanto nesse trabalho foi considerado 50%.

De acordo com Mietton (1991), o rendimento médio de fabricação para o queijo Camembert tradicional é de 6,66 a 7,14 L/kg e de 8,0 a 8,5 L/kg de acordo com Furtado e Lourenço Neto (1994).

Muitos fatores influenciam o rendimento, como o processo de fabricação, tipo de coagulante, tempo de coagulação, tamanho e forma de corte, mexedura, salga e perda de umidade durante maturação. Além disso, a qualidade do leite influencia diretamente nesses parâmetros. A proteína presente no queijo é responsável pela retenção da maior parte da umidade do queijo, significando que perdas na proteína representam também perdas de umidade que seria retida na massa do queijo (VIOTTO; CUNHA, 2006).

A recuperação da gordura no queijo depende de fatores relacionados à composição do leite e dos processos mecânicos durante a fabricação (CALLANAN, 1991). Para Lucey; Kelly (1994), a mexedura influencia na recuperação da gordura do soro. A recuperação da gordura do presente estudo foi de 94,67%. De acordo com Mietton (1991), a recuperação da gordura em queijo Camembert industrial está entre 93 e 95%.

Para a proteína, a recuperação foi de 85,2%, maior que e os resultados apresentados por Mietton (1991) que foi entre 76% e 77%. Foi observado no estudo de Campos (2019) uma tendência à diminuição da recuperação da gordura quando os teores de gordura do leite padronizado e o da proteína foram menores,

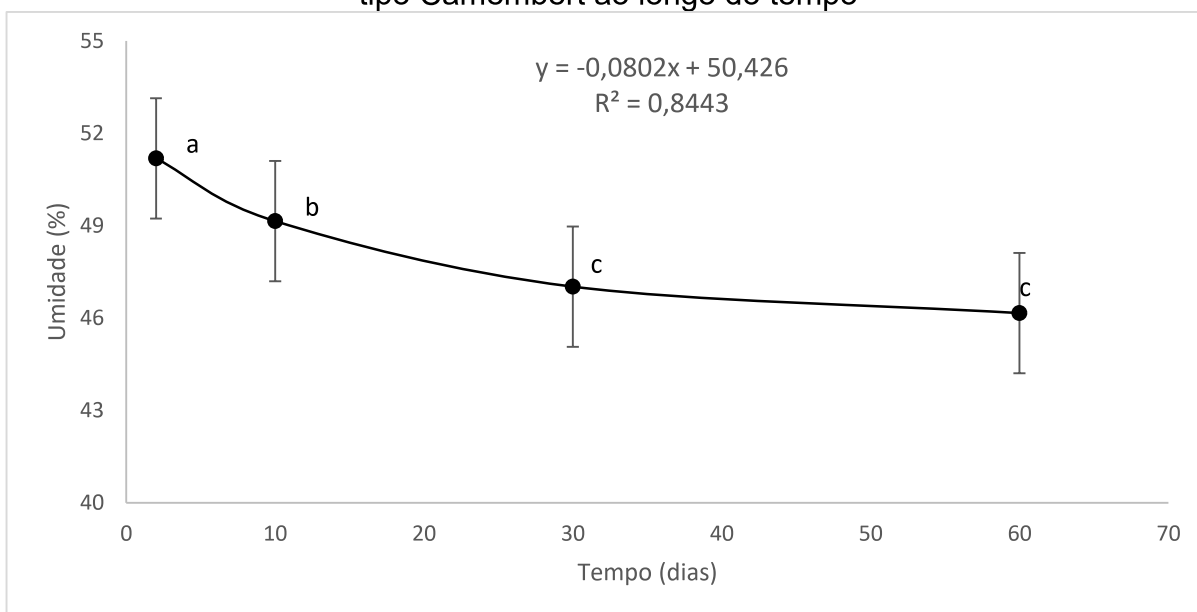
## **5.5 Influência da maturação na composição dos queijos**

Ramos; Martinez (1976) e Van Belle *et al.*(1978) descrevem que, durante o processo de maturação, apenas os queijos maturados com fungos apresentam profundas mudanças na composição físico-química.

A Figura 6 apresenta os resultados médios e o desvio padrão do teor de umidade dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo.



Figura 6 – Resultados médios com desvio padrão do teor de umidade dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo



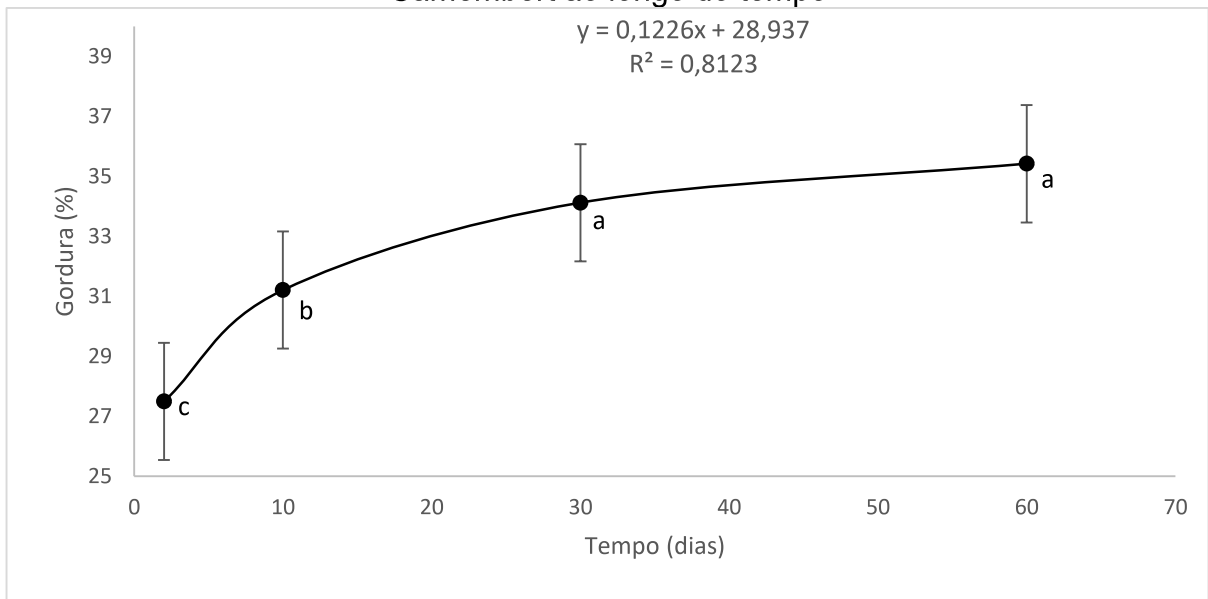
a,b,c = Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA seguida pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Houve uma redução no teor de umidade ao longo do tempo ( $P < 0,05$ ), o que é esperado para esse tipo de queijo, principalmente devido ao tipo de embalagem de papel micro perfurado, que permite troca de umidade entre o queijo e o ambiente (FURTADO, 2003).

Comparado ao estudo de Chougar; Hadjam (2016), a umidade inicial foi um pouco menor do que o queijo Camembert francês produzido com leite cru (59,04%). Segundo Furtado (2003), após 30 dias o queijo camembert deve apresentar teor de umidade em torno de 50%, o que enfatiza que a tecnologia utilizada nesse estudo proporcionou um queijo com menor teor de umidade do indicado na literatura, que está relacionada principalmente ao fato do processo haver um tempo de mexedura maior.

Em relação ao teor de gordura, a Figura 7 apresenta os resultados médios e o desvio padrão do teor de gordura dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 7 – Resultados médios com desvio padrão do teor de gordura dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo

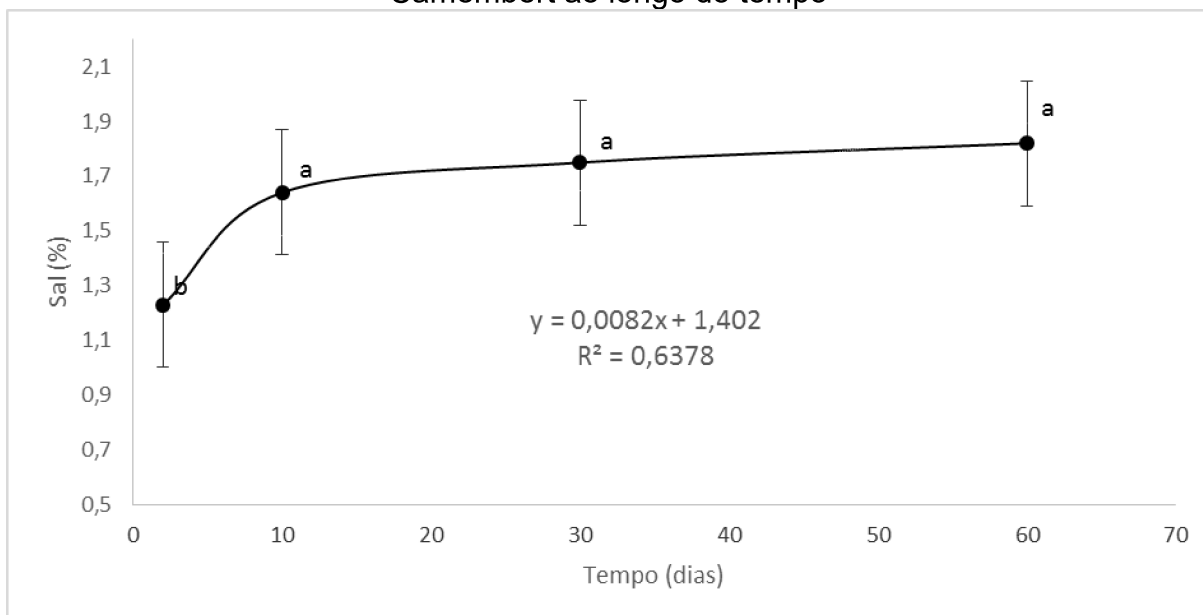


a,b,c = Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA seguida pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Houve um aumento significativo ( $P > 0,05$ ) nos teores de gordura dos queijos nos tempos 2, 10 e 30. Esse comportamento foi observado também no estudo de Lima; Goulart; Oliveira (2010) para os tempos 14, 31 e 46 dias, no entanto os mesmos autores obtiveram amostras com teor de gordura entre 23 e 27% ao longo da maturação. Fox *et al.* (2014) relataram que o aumento no teor de gordura pode ser decorrente da perda de umidade, ocasionando concentração de solutos nos queijos.

A Figura 8 apresenta os resultados médios e o desvio padrão do teor de sal dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 8 – Resultados médios com desvio padrão do teor de sal dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo



a,b,c = Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA seguida pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Houve diferença significativa após 2 dias e os demais tempos de maturação ( $P < 0,05$ ). Esta variação no teor de sal nos primeiros 10 dias de maturação pode ser devido ao declínio da umidade neste mesmo período, uma vez que o sal e a umidade são parâmetros correlacionados (FOX *et al.*, 2004).

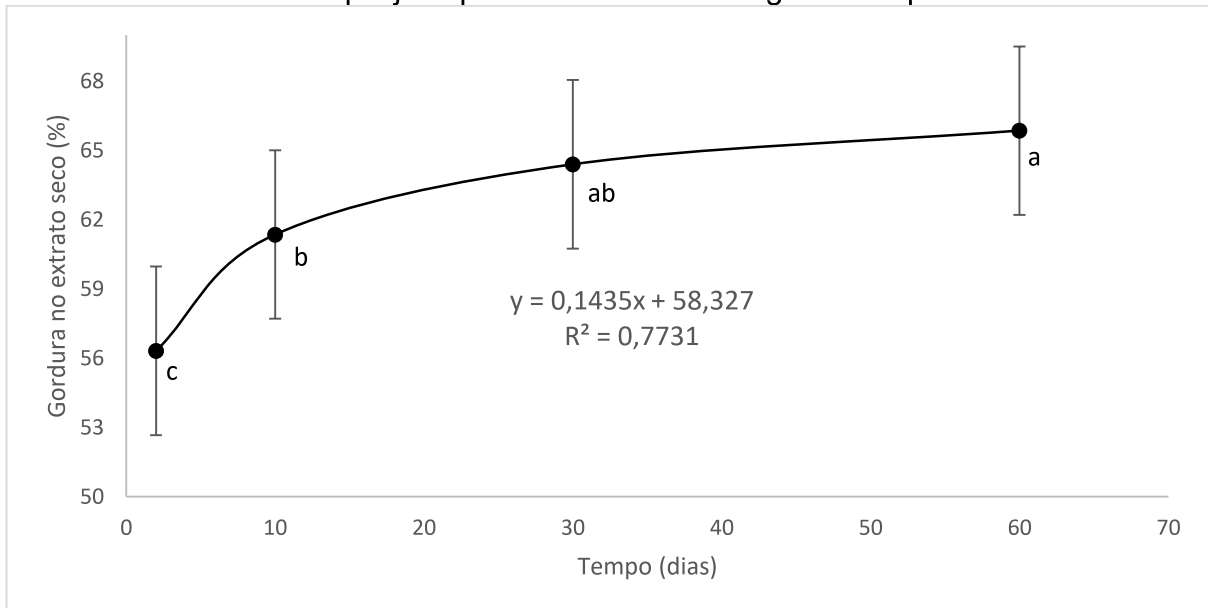
Além disso, queijos com altos teores de umidade e maiores retenções de gordura estimulam uma melhor incorporação e difusão de sal na massa (SBAMPATO; ABREU; FURTADO, 2000; SILVEIRA; ABREU, 2003) Durante a maturação, o sal também promove a sinérese do queijo, controla o teor de umidade e reduz a atividade de água (FOX, 1987). A presença de sal também exerce forte influência na atividade enzimática nos queijos. De acordo com Paula *et al.* (2009), lipases e proteases são mais ativas em teores de 0,5 a 2,5% de sal na umidade (McSWEENEY, 2004). Neste estudo todos os tratamentos se enquadraram nestes percentuais.

No entanto, altas concentrações de sal prejudicam o processo de maturação. Alterações na estrutura das proteínas do queijo influenciam a textura, solubilidade e provavelmente a conformação da proteína. Teores de sal na umidade maiores que 5% facilitam a solubilização da caseína durante o amadurecimento do queijo, pois ocorre as trocas entre cálcio e sódio (PAULA *et al.*, 2009). A proteína também

aumenta a interação com a água, ficando disponível para os processos bioquímicos, diminuindo a atividade de água ao longo da maturação (COSTA *et al.*, 2004).

A Figura 9 apresenta os resultados médios e o desvio padrão da GES dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 9 – Resultados médios com desvio padrão da gordura no extrato seco (GES) dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo

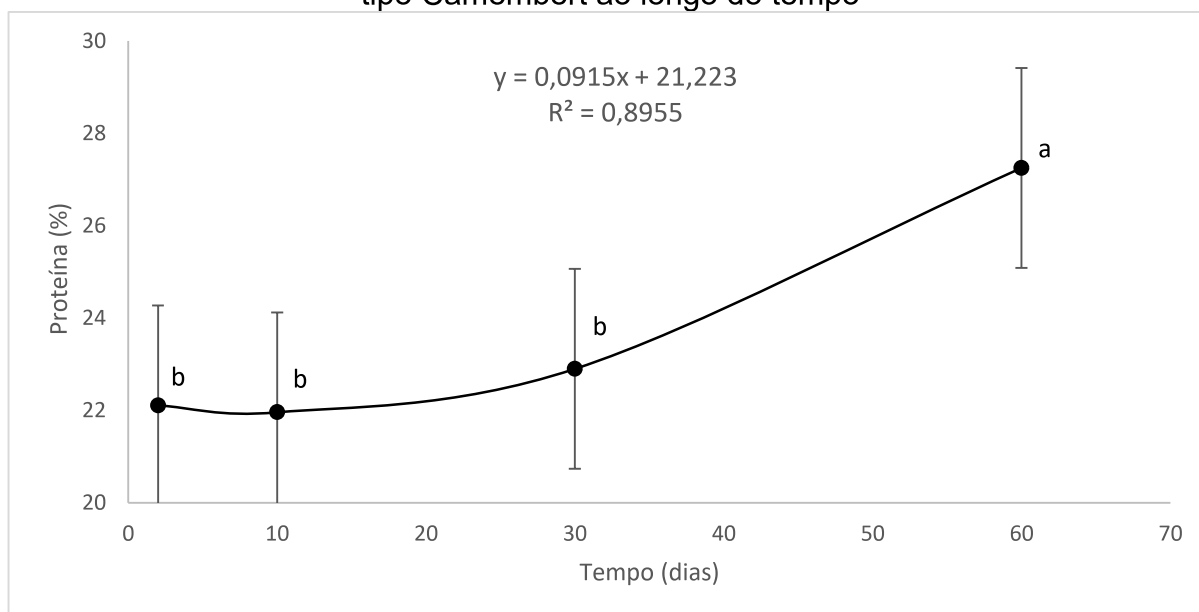


a,b,c = Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA seguida pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

O GES teve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) no início da maturação, onde há maiores variações no teor de umidade também, visto que os queijos são maturados em grades de inox, o que possibilita maior difusão da umidade para o ambiente.

A Figura 10 apresenta os resultados médios e o desvio padrão da proteína dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 10 – Resultados médios com desvio padrão do teor de proteína dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo



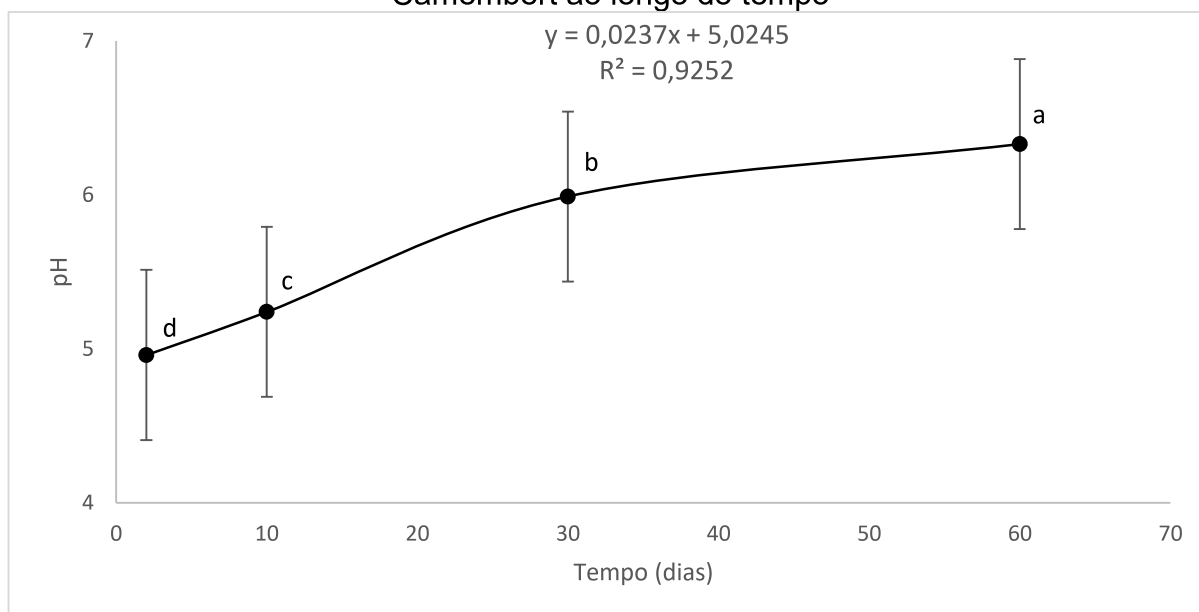
a,b,c = Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA seguida pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Não houve variação significativa ( $P > 0,05$ ) no teor de proteína ao longo dos primeiros 30 dias de maturação. No entanto, no tempo de 60 dias houve um aumento na concentração de proteínas. Esses resultados corroboram com os estudos de Furtado (1991) e de Lima; Goulart; Oliveira (2010), em que encontraram valores de proteína entre 21,06 e 23,0%. A proteína é um dos compostos presentes na massa do queijo que tem maior destaque, pois é a principal responsável pela elasticidade, textura e formação de compostos que caracterizam o *flavor* e o aroma do queijo após a proteólise (ECK, 1987).

## 5.6 pH e índices de proteólise

Analisar o pH em queijos é relevante, pois tem influência direta no sabor, textura, microbiota e no processo de maturação, onde acontecem reações químicas catalisadas por enzimas provenientes do coalho e da carga microbiana, que dependem do pH (SOUZA *et al.*, 2014). A Figura 11 apresenta os resultados médios e o desvio padrão do pH dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 11 – Resultados médios com desvio padrão do pH dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo



a,b,c,d = Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA seguida pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Observa-se um aumento gradual do pH ao longo do tempo com diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Campos (2016) com queijos Camembert produzidos com adição de proteínas e por Chougar; Hadjam (2016) em queijos tradicionais franceses. Esse aumento do pH é esperado durante o período de maturação, visto que atividade proteolítica do coalho no queijo atinge seu máximo em pH de 5,5, no entanto diminui próximo dos 30 dias de maturação do queijo. O pH da parte externa do Camembert aumenta rapidamente chegando próximo a neutralidade (FOX *et al.*, 2004).

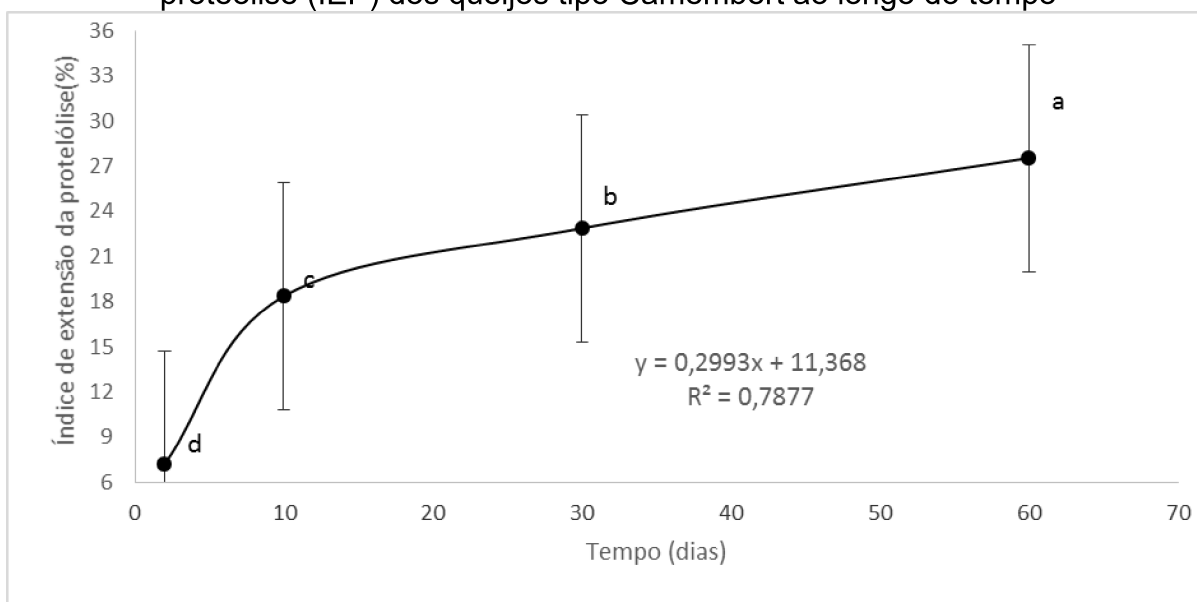
A proteólise afeta as características de textura dos queijos, pois essa promove alterações estruturais devido à quebra da rede proteica responsável pela integridade da matriz (DELGADO *et al.*, 2011).

Estudos sobre coalhada asséptica (Desmazeaud *et al.*, 1976), em que *P. camemberti* se desenvolveu sozinho sem nenhum outro microrganismo, demonstrou uma extensa produção de peptídeos de alto e baixo peso molecular, bem como de aminoácidos livres. Assim, este fungo filamentosos tem um alto potencial proteolítico devido à produção de exoprotease e a formação de compostos nitrogenados alcalinos ou pelo catabolismo do ácido láctico (FARKYE; FOX, 1990).

O IEP detecta os peptídeos solúveis de alta e média massa molecular, liberados para a fase aquosa do queijo, principalmente pela ação das enzimas naturais do leite e as do coalho sobre as caseínas. A mudança mais importante causada por *P. camemberti* e a microbiota de superfície é o estabelecimento de um gradiente de pH da superfície para o centro devido a produção de  $\text{NH}_4^+$  e ao consumo de ácido láctico (FOX *et al.*, 2004).

A Figura 12 apresenta os resultados médios e o desvio padrão do IEP dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 12 – Resultados médios com o desvio padrão do índice de extensão de proteólise (IEP) dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo



a,b,c,d = Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA seguida pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 11 mostra que houve um aumento do IEP ao longo do tempo de maturação ( $P < 0,05$ ) como esperado para queijos mofados com *P. candidum*. De acordo com Furtado (2013), o índice de maturação e o pH evoluem no mesmo sentido à medida que o queijo matura como mostrado no presente estudo.

A extensão da proteólise é um fator indicativo da proteólise primária que ocorre principalmente pela ação proteolítica do coalho sobre a  $\alpha_{s1}$ -caseína e, em menor escala, sobre a  $\beta$ -caseína, dando origem a peptídeos de alta e média massa molecular (FOX, 1989).

Fatores como a estrutura e o acesso aos sítios de clivagem das caseínas na matriz do queijo, como a composição do queijo, principalmente a umidade, o teor de

sal e o pH do queijo, bem como a temperatura de maturação, determinam a velocidade e a extensão da proteólise (FARKYE, 1995; FOX et al., 1993; SCOTT; ROBINSON; WILBEY, 1998).

Os valores de IEP obtidos neste estudo foram próximos aos encontrados por Dias (2007) para queijos tipo Camembert fabricados com diferentes concentrações de *G. candidum*. Além disso, estes estudos corroboraram em relação a influência do tempo no aumento da porcentagem do índice de maturação. Isso se deve ao fato de que o aumento do pH, aumenta a carga das caseínas e modifica as interações proteína-proteína e proteína-água, alterando também a capacidade de absorção e a solubilidade das caseínas (FOX et al., 1993).

Segundo Noomen (1983), o amolecimento do Camembert se dá por três processos bioquímicos a decomposição de  $\alpha_{s1}$ -caseína pelo coalho, o aumento do pH causado pela microbiota de superfície e pela migração de cálcio para a superfície em resposta ao gradiente de pH.

No presente estudo, observou-se um aumento significativo do IEP nos primeiros 10 dias. Segundo Fox et al.(2004), no início da maturação do queijo Camembert, o mofo *P. camemberti* e também o *G. candidum* inicia o processo de neutralização da massa devido o consumo de lactose, lactato e ácido láctico. O lactato de cálcio é convertido em água e CO<sub>2</sub>, desacidificando progressivamente a superfície do queijo e gerando um gradiente de pH. Pouco a pouco, o pH vai subindo, atingindo o pH 7,0 na casca e 5,5 no centro do Camembert. Estabelece-se um gradiente no teor de fosfato de cálcio do centro para a casca do queijo, e essa diminuição do teor de fosfato de cálcio no centro contribui para o amolecimento progressivo da massa do queijo. Por ser um queijo muito ácido, o Camembert possui pH bem próximo ao ponto isoelétrico do leite (pH 4,6), no qual a caseína tem menor capacidade de hidratação. Com a degradação do lactato e a proteólise, o pH do queijo começa a subir e, assim, a caseína é “resolubilizada” e volta a “prender” água novamente, o que faz com que a textura do Camembert mude muito, tornando-se cada vez mais macia e cremosa, sobretudo quando o pH ultrapassa 6,0 inicialmente na casca, e mais tarde, em todo o queijo. Explica-se assim porque a massa cremifica-se primeiro nas bordas do queijo, que é onde o pH sobe mais rapidamente (FOX et al., 2004).

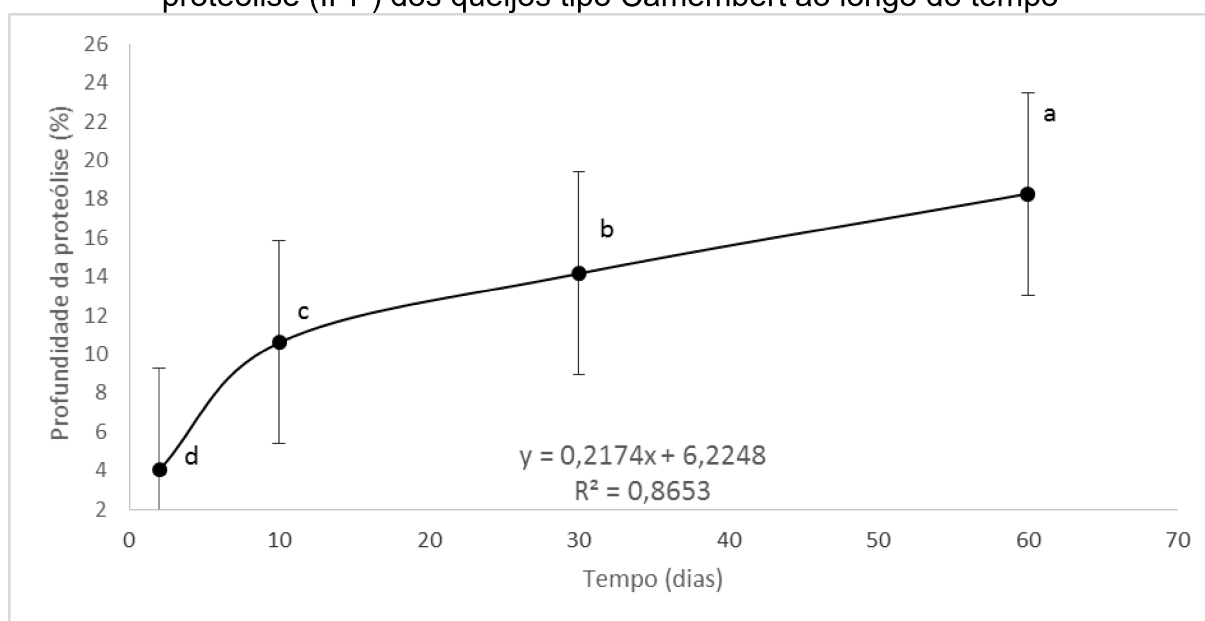
O IEP do queijo Camembert do presente trabalho chegou a 20,35% após 30 dias de maturação. Sabe-se que esta extensão da proteólise é extensa nesses



queijos, devido ao aumento do pH com 30 dias de maturação. Pode-se observar que a proteólise no queijo tipo Camembert é muito maior do que comparado ao queijo Prato, que no estudo de Barroso (2021) encontrou valores em torno de 6% para IEP.

A Figura 13 apresenta os resultados médios e o desvio padrão do IPP dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo de maturação.

Figura 13 - Resultados médios com desvio padrão do índice de profundidade de proteólise (IPP) dos queijos tipo Camembert ao longo do tempo



a,b,c,d = Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pela ANOVA seguida pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O IPP também variou significativamente ao longo da maturação ( $P < 0,05$ ). Resultados semelhantes obtidos para o IEP, neste estudo, foram encontrados por Dias (2007), em análises com queijos Camembert elaborados com diferentes concentrações de *G. candidum*.

Equações de regressão linear foram estimadas para os IEP e IPP, e seus coeficientes lineares foram similares ( $P > 0,05$ ), o que demonstra que a taxa de aumento para os dois parâmetros foi a mesma (Figuras 11 e 12). Entretanto, observa-se que o IEP é mais pronunciado neste tipo de queijo que o IPP. Isso ocorre principalmente nos queijos com umidade elevada, pois a ação proteolítica decorrente do resíduo de coagulante é mais intensa e atua primeiramente sob as caseínas, degradando-as em pequenos peptídeos solúveis e de alta e média massa molecular. Já o IPP é menos pronunciado, pois avalia uma ação proteolítica

secundária, decorrente da ação proteolítica das enzimas produzidas pelo fermento sob os compostos nitrogenados gerados na proteólise primária, gerando substâncias de baixa massa molecular (WOLFSCHOON-POMBO; LIMA, 1989).

## 5.7 Perfil de textura

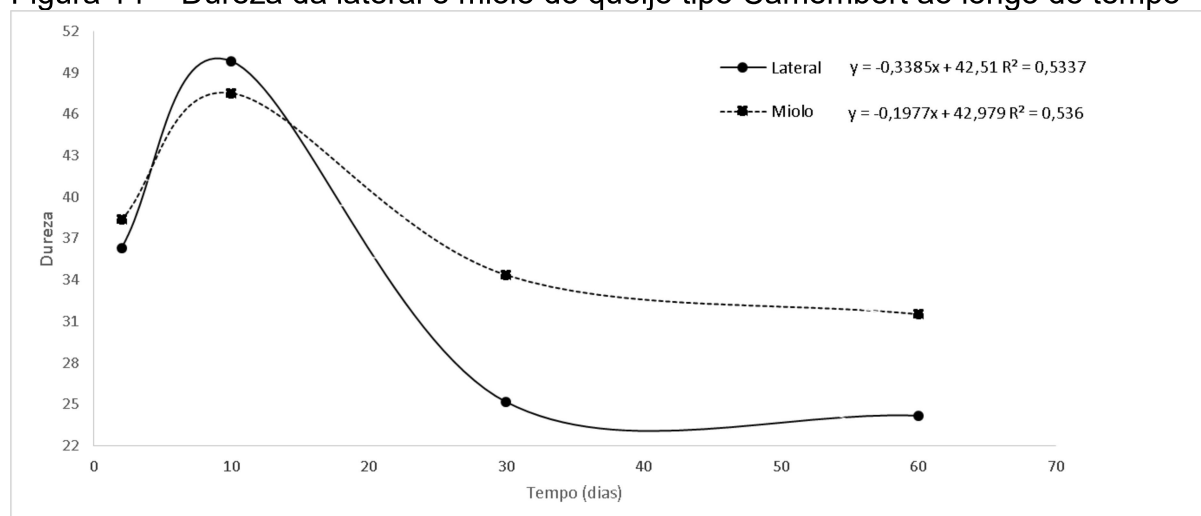
A textura é um dos três principais atributos de aceitabilidade dos alimentos (aparência, sabor, textura) que proporcionam prazer em comer. É um parâmetro muito importante para a caracterização dos queijos e para aceitação dos consumidores envolvendo as combinações das propriedades físicas e químicas perceptíveis pelos sentidos do tato, visão e audição (BOURNE, 2004). O perfil de textura é influenciado diretamente pelos teores de umidade e de gordura, bem como pela temperatura de maturação (FOX *et al.*, 2000).

Dentro do perfil de textura em queijos, pode-se avaliar parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade.

### 5.7.1 Dureza

A dureza é definida como a resistência a uma dada deformação ou força necessária para comprimir uma amostra de queijo. A Figura 14 apresenta a variação da dureza na lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 14 – Dureza da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Observou-se um aumento da dureza nos dez primeiros dias de maturação e depois um declínio até o último tempo analisado, havendo diferença significativa em ( $P > 0,05$ ) para lateral e miolo (Figura 13). Essa característica foi observada também no experimento de Campos (2016) com queijo tipo Camembert produzido com adição de proteínas e pode ser justificada devido à alteração da matriz proteica que inicialmente tem textura granular e depois é convertida a uma estrutura mais ligada, com uma massa homogênea, sendo que o amaciamento e o amolecimento da massa ocorrem devido à proteólise da  $\alpha_{s1}$ -caseína, pela ação da quimosina residual do coagulante (KATSIARI *et al.*, 1997, 1998; FOX *et al.*, 2004). O mesmo comportamento foi observado por Lawrence; Creamer; Gilles (1987), em trabalho com desenvolvimento de textura de queijo Camembert durante a maturação. Esse declínio da dureza no final da maturação também pode ocorrer devido à distribuição do sal que se liga a água e, com isso diminui a água disponível para solvatação do caseinato (FOX *et al.*, 2004).

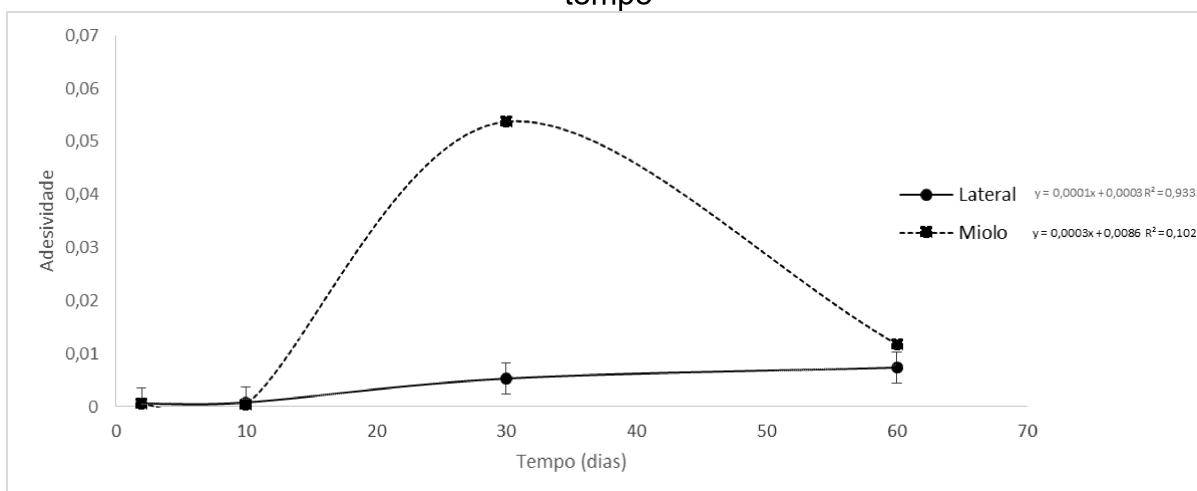
O mofo *P. camemberti* exerce um papel essencial durante a maturação do queijo Camembert em relação ao gradiente de pH e mineral. Inicialmente, o conteúdo de cálcio e de fósforo do Camembert é uniforme, e ao longo da maturação, uma grande parte desses minerais migra rapidamente para a superfície do queijo (LE GRAET *et al.*, 1983). De acordo com Lawrence; Creamer; Gilles (1987), em torno de 75% do cálcio e 33% do fosfato passam do centro do queijo Camembert à superfície em 17 dias. Portanto, pode-se afirmar que essa migração do cálcio para a crosta acelera mais a proteólise do interior do queijo, diminuindo sua dureza (GEURTS; MOLLE; PIO, 1972).

### 5.7.2 Adesividade

A adesividade é definida como o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e outras superfícies em que o alimento entra em contato (FOX *et al.*, 2000). É a força requerida para retirar a amostra do palato enquanto mastigada (GUNASEKARAN; AK, 2003).

A Figura 15 apresenta a variação da adesividade na lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 15 – Adesividade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tempos 10, 30 e 60 dias de maturação, nas análises da lateral, porém no miolo não houve diferença ( $P > 0,05$ ) (Figura 14). Essa alteração pode estar relacionada as alterações na proteólise do queijo tipo Camembert durante a maturação, que acontece da casca para o centro e quanto mais próximo do centro mais uniforme é a massa. Na lateral a adesividade aumentou ao longo do tempo, o que é esperado com o aumento da proteólise e diminuição da dureza. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Campos (2016) para o queijo Camembert produzido com adição de concentrado proteico de soro.

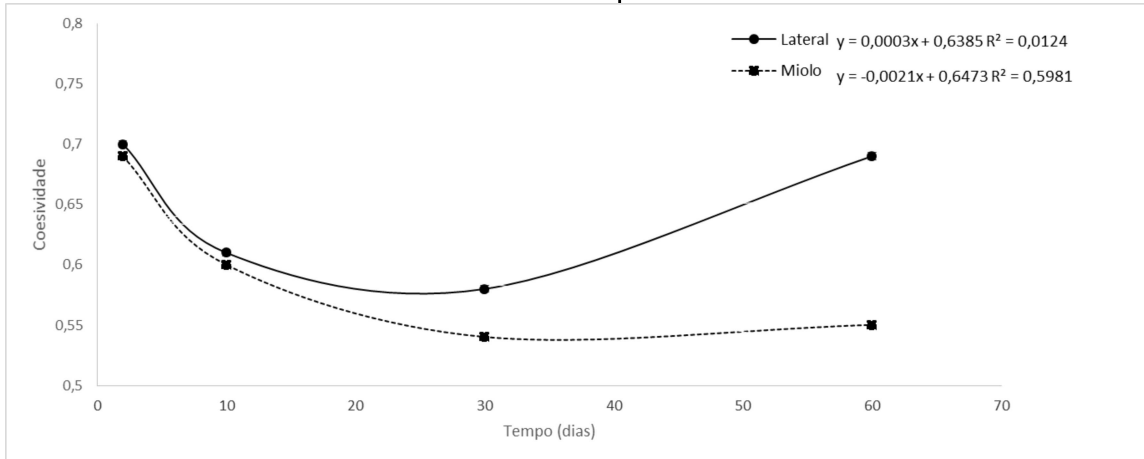
Para Furtado (2008), umas reações bioquímicas que mais têm importância no sabor e aroma do queijo é a hidrólise de gordura ocorrida durante a maturação. Os queijos produzidos de forma tradicional, tendem ao logo da maturação ter uma maior diminuição da dureza e da adesividade, requerendo uma força menor no processo de mastigação.

### 5.7.3 Coesividade

Fox *et al.* (2000) define coesividade como a extensão com que um queijo pode ser deformado até que haja ruptura na sua estrutura. É uma medida da força das ligações entre as proteínas, onde os queijos mais coesos são os que exigem maior força para alcançar determinada deformação (TUNICK, 2000).

A Figura 16 apresenta a variação da coesividade na lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 16 – Coesividade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

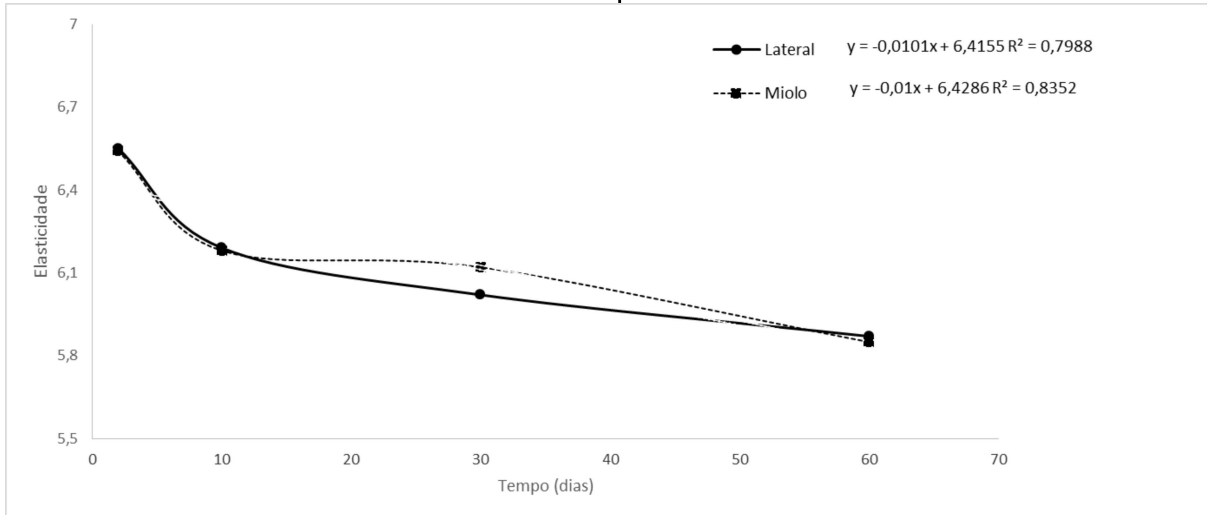
Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na coesividade do queijo ao longo do tempo de maturação para a lateral, porém houve um abaixamento gradual da coesividade no miolo e houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tempos 2 e 10 dias (Figura 15). Resultados semelhantes foram encontrados por Campos (2020) em queijos tipo Camembert, onde houve uma redução da coesividade a partir do 12º dia de maturação. Dentro desta perspectiva a menor coesividade pode indicar que as forças das ligações das proteínas diminuíram com o passar do tempo. Nos primeiros 10 dias de maturação, o pH inicia um gradual aumento, porém sem atingir o pH ideal das enzimas atuarem no queijo. Dessa forma, o interior do queijo não está completamente proteolizado e, conseqüentemente, mais rígido.

#### 5.7.4 Elasticidade

A elasticidade do queijo é a distância recuperada após a força aplicada pelo texturômetro durante a primeira compressão. O índice de elasticidade é a razão entre a altura da amostra após descompressão do queijo e a altura original (GUNASEKARAN & AK, 2003).

A Figura 17 apresenta a variação da elasticidade na lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 17 – Elasticidade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

As médias de elasticidade na lateral e no miolo dos queijos tipo Camembert não apresentaram diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) ao longo do tempo de maturação (Figura 16). Resultados semelhantes foram encontrados também por Campos (2020) em queijos tipo Camembert. Segundo Fox; McSweeney (1998), quanto menor a umidade do queijo, menor é a sua elasticidade. Como a embalagem do queijo tipo Camembert é um papel amanteigado poroso, que permite a difusão de oxigênio pela superfície, há também perda de umidade ao longo da sua maturação. Contudo, esta perda não é suficiente para alterar o perfil de textura do produto ao longo do tempo.

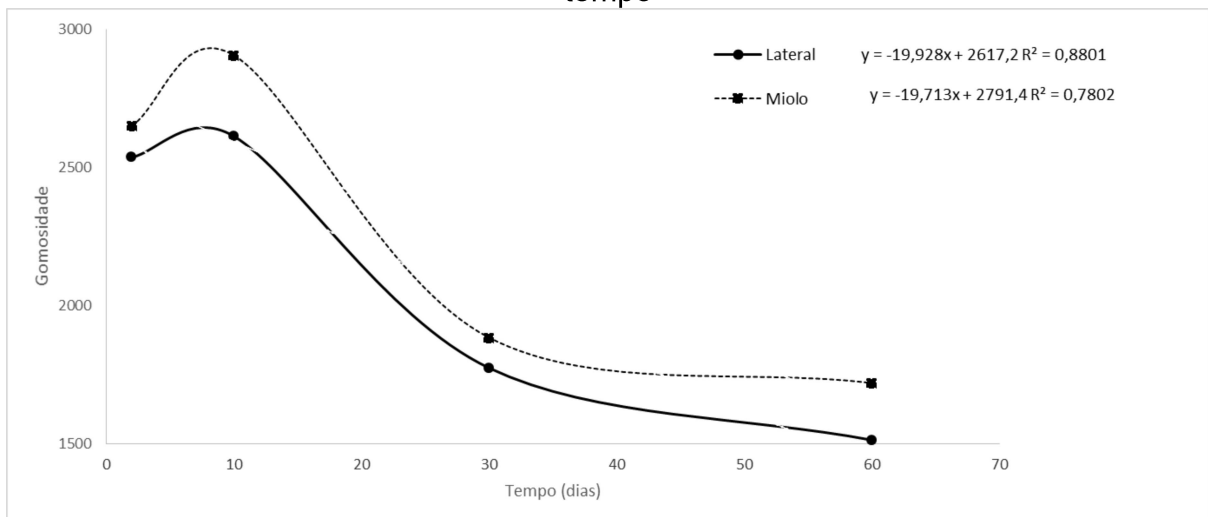
### 5.7.5 Gomosidade

É a energia requerida para desintegrar um alimento semissólido até o ponto de engoli-lo. Produto da dureza multiplicada pela coesividade, ou seja, quanto menor o valor da dureza ou coesividade, menor é a gomosidade (GUNASEKARAN; AK, 2003).

A Figura 18 apresenta a variação da gomosidade na lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo. Houve diferença significativa da gomosidade na

lateral e no miolo ao longo do tempo ( $P>0,05$ ), o que se observou é que os queijos mais velhos tendem a ter valores menores devido à diminuição da dureza com o avanço da maturação.

Figura 18 – Gomosidade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo



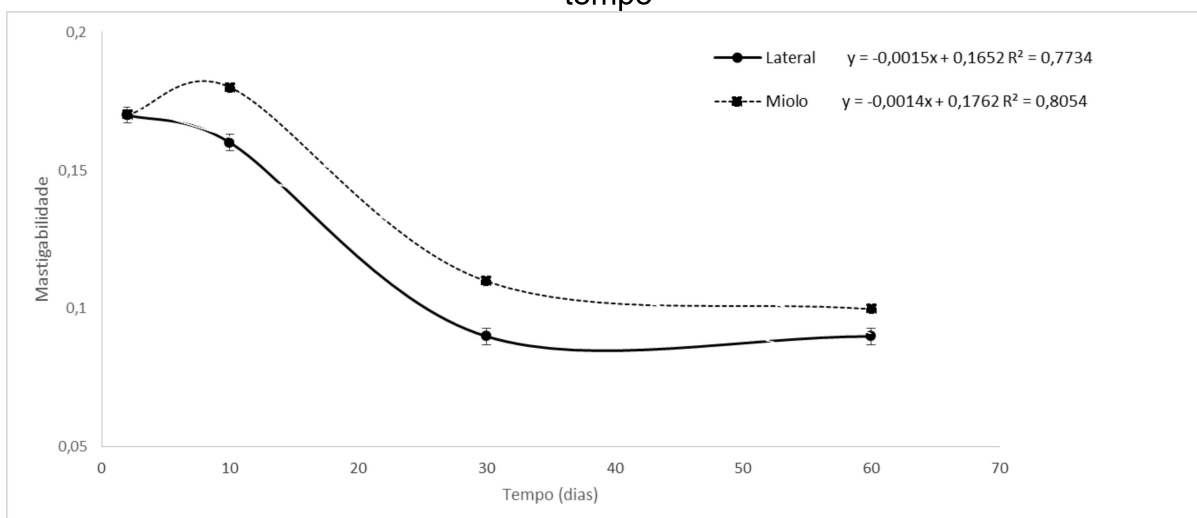
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

### 5.7.6 Mastigabilidade

Mastigabilidade é a quantidade de trabalho necessário para mastigar uma amostra sólida até o ponto de ser engolida, ou seja, a energia gasta para mastigar um alimento sólido até a deglutição, sendo este um parâmetro secundário obtido a partir dos aspectos adesividade versus elasticidade (GUNASEKARAN;AK, 2003; Fox, 2000).

A Figura 19 apresenta a variação da mastigabilidade na lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo.

Figura 19 – Mastigabilidade da lateral e miolo do queijo tipo Camembert ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Houve diferença significativa da mastigabilidade na lateral e no miolo do queijo ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ), o que se observou é que os queijos mais velhos têm menor fator de mastigabilidade (Figura 18). Os resultados estão próximos aos valores obtidos em queijos Camembert tradicionais fabricados no Brasil e na França, avaliados por Pereira (2014).

A mastigabilidade é mais um fator influenciado pela proteólise da caseína, levando a diminuição da mastigabilidade ao longo do tempo de maturação (FOX, 2000). Como na Europa esses queijos são classificados como queijos de massa mole ou macia (FRANCE, 1986), no Brasil, se a maturação for conduzida a fim de se deixar o queijo muito macio, dificultará na aceitação por grande parte dos consumidores. Uma vez que, o produto muito maturado terá um residual de amargor e de  $\text{NH}_4^+$ , apreciado pelos europeus, mas que ainda não é aceito pelos consumidores brasileiros (RIBEIRO, 2012).

### 5.7.7 Análise de cor instrumental

A aceitação de um produto pelo consumidor leva em consideração também sua aparência, aspecto visual e também está relacionada com a qualidade e o uso de corantes nos alimentos. A cor é uma propriedade de aparência relacionada com a distribuição espectral da luz (RAMOS, 2013).



A cor dos queijos frescos sem a presença de fungos durante a maturação é definida principalmente pelos pigmentos lipossolúveis como os carotenoides, oriundos da dieta do animal (MOREIRA, 2018). Para os queijos maturados, outro fator que interfere significativamente no espectro de cores é a desidratação superficial e as reações de oxidação de lipídeos e de *Maillard* (SHIBAO; BASTOS, 2011; IMAMURA; MADRONA, 2008). Os micélios brancos que crescem na superfície do Camembert exercem grande influência nesses parâmetros. Em maturações longas acima de 30 a 35 dias, o fungo começa a apresentar uma coloração amarelada ao vermelho, indicando a morte do fungo.

Na Tabela 9 podem ser observados os resultados da média dos parâmetros de cor instrumental avaliados ao longo do tempo de maturação do queijo tipo Camembert.

Tabela 9 - Avaliação dos parâmetros de cor instrumental ao longo do tempo de maturação do queijo tipo Camembert

Parâmetro de cor instrumental	Tempo (dias)			
	2	10	30	60
L	88.64 <sup>a</sup>	84.37 <sup>b</sup>	79.06 <sup>c</sup>	76.38 <sup>d</sup>
a*	0.74 <sup>d</sup>	1.35 <sup>c</sup>	2.17 <sup>b</sup>	2.52 <sup>a</sup>
b*	16.61 <sup>c</sup>	20.42 <sup>b</sup>	25.10 <sup>a</sup>	25.80 <sup>a</sup>

L: Luminosidade; a\*: intensidade da cor vermelha; b\*: intensidade da cor amarela.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Na avaliação da cor, o valor L\* indica a luminosidade e a capacidade de um objeto de refletir ou transmitir luz. Os valores de L\* encontrados nos queijos nos tempos de 2, 10, 30 e 60 dias, que em uma escala de 0 (preto) a 100 (branco) indicam a luminosidade, todos apresentaram diferenças significativas entre os tempos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 9). A maturação de um queijo pode ser associada às coordenadas de cor, no qual se observa um decréscimo dos valores de L\* e aumento dos valores de a\* e b\* (RONH; JAROS, 1996). Logo, é correta a afirmação que a alteração do tempo de maturação influenciou na cor L\* dos queijos. Pereira (2014) avaliaram 7 marcas brasileiras de queijo tipo Camembert em torno de 10 a 20 dias de maturação, e o valor médio de L\* ficou entre 93,18 e 94,67, maior que neste estudo, onde foi avaliado com 30 dias de maturação. O grau de maturação também

influencia na cor dos queijos visto que o mofo *P. candidum* ainda é mais predominante. De acordo com Figueiredo (2018), a luminosidade está relacionada à umidade, devido à capacidade da água refletir a luz incidente. Dessa forma, a perda de umidade do queijo ao longo da maturação leva ao escurecimento do queijo.

Durante o processo de maturação acontecem várias alterações nas características dos queijos causadas por reações bioquímicas que podem influenciar inclusive na coloração (SOBRAL *et al.*, 2016). Os valores de  $a^*$  positivo, que representam a intensidade da cor vermelha, também apresentaram diferenças significativas ao longo do tempo de maturação ( $P > 0,05$ ), com um aumento gradual (Tabela 9). Ao final da maturação, é comum a presença de *B. linens*, que se desenvolve devido a neutralização da massa, essa bactéria confere uma coloração levemente alaranjada à casca do Camembert, que é comum no queijo de maturação avançada. Este crescimento não é considerado um defeito, e só se observa em queijos de maturação avançada geralmente com mais de 50 ou 60 dias (LECLERCQ-PERLAT *et al.* 2007)

Com relação aos valores de  $b^*$ , observa-se que houve diferença significativa ao longo do tempo ( $P > 0,05$ ). Todas as amostras de queijo apresentaram valores positivos que indicam uma tendência para a cor amarela (Tabela 9). Normalmente o esperado é que, quanto mais a proteólise avança, maior a tendência dos queijos se tornarem mais amarelados. No centro dos queijos, os parâmetros de  $b^*$  poderiam indicar o teor de carotenóides (GARCIA, 2007; GINZINGER *et al.*, 1999; RAMOS, 2013).

Hurtaud *et al.* (2009) encontraram valores entre 92,5 a 93,7 para  $L^*$ , 2,17 a 2,29 para  $a^*$ , e 14,8 a 19,6 para  $b^*$ , em queijos Camembert produzidos em diferentes regiões da França, indicando que o queijo produzido na França tem maior luminosidade, haja visto também que são queijos mais úmidos do que os produzidos no Brasil. Em relação aos valores de  $a^*$  os queijos franceses também apresentaram maior valor, que pode estar relacionado ao grau de maturação, sendo que na França os queijos são maturados por mais tempo. De acordo com os resultados do valor de  $b^*$ , os queijos produzidos no Brasil possuem coloração mais amarelada do que na França, que pode estar relacionada ao composição do leite devido a dieta animal (MOREIRA, 2011).

## 5.8 Análise microbiológica

Antes da avaliação sensorial foram realizadas as análises microbiológicas de todas as amostras de queijo tipo Camembert após 20 dias de maturação.

Todas as amostras apresentaram resultados Os resultados estão apresentados na  $<10^2$  UFC/g para Coliformes 30°C, Coliformes 45°C e *Staphylococcus Aureus*. Para *Salmonella sp.* e *Listeria sp.* todas as amostras obtiveram resultado ausência em 25g.

O queijo tipo Camembert é um alimento que pode apresentar condições favoráveis para o desenvolvimento de bactérias patogênicas que podem causar infecções alimentares ou produzir toxinas causando intoxicações (BORGES et al., 2008).

Os resultados das análises microbiológicas apresentaram-se dentro dos critérios de aceitação estabelecidos pelas legislações brasileiras, de acordo com a Portaria nº146/96 para queijos de alta umidade (BRASIL, 1996), O que possivelmente ocorreu devido aos cuidados de higiene tomados durante todo o processo de fabricação e maturação, que é imprescindível para garantir à saúde dos consumidores.

## 5.9 Análise sensorial

Os queijos foram avaliados após 30 dias de armazenamento sob refrigeração por 75 provadores entre 20 e 65 anos, para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. A Tabela 10 apresenta os resultados da avaliação sensorial.

Tabela 10 - Média e desvio padrão da avaliação dos atributos sensoriais

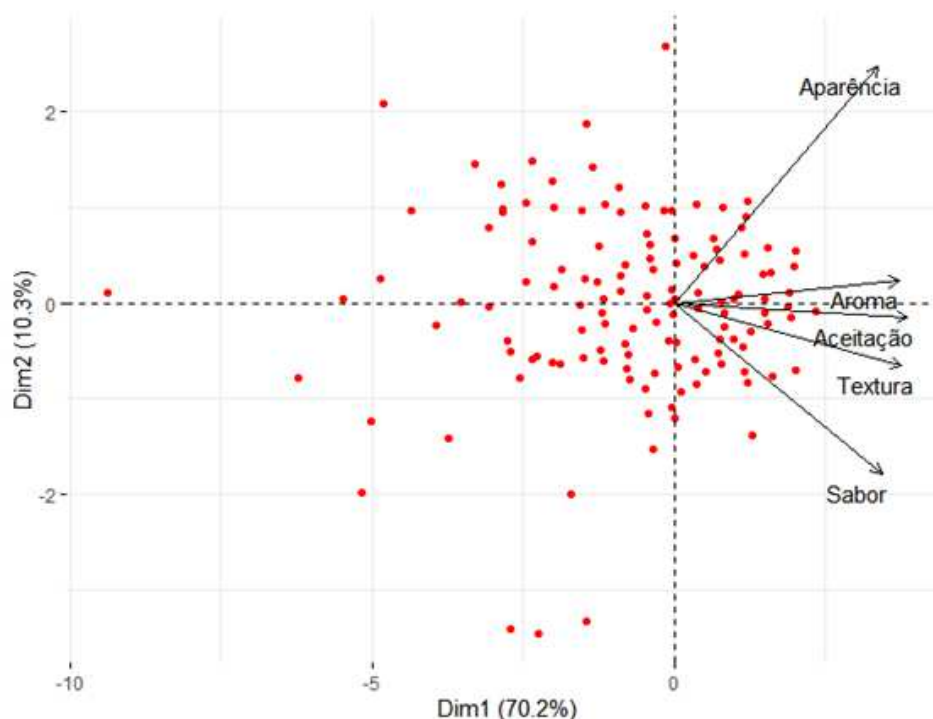
Atributos sensoriais	Média ± desvio padrão
Aparência	7,84 ± 1,28
Aroma	7,69 ± 1,15
Sabor	7,73 ± 1,21
Textura	7,79 ± 1,06
Impressão global	7,93 ± 1,06

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em geral, as amostras tiveram boa aceitação, com médias entre 7 (gostei moderadamente) e 8 (gostei muito) (Tabela 11). Resultados semelhantes foram encontrados por Dias (2007) que avaliou a influência do uso de *G. candidum* nas características físico-química e sensoriais do queijo Camembert com 30 dias de maturação. Este queijo obteve nota 7,30 na escala hedônica. Lima; Goulart; Oliveira (2010) também encontraram resultados semelhantes para o queijo tipo Camembert com 31 dias de maturação, onde os requisitos de sabor e aroma obtiveram média de 8 pontos na escala hedônica. Para Campos (2020), o atributo sabor do queijo Camembert produzido com adição de concentrado láctico proteico (CLP) recebeu notas médias 7 (gostei moderadamente).

A Figura 20 mostra a análise de componentes principais do queijo tipo Camembert com 30 dias de maturação.

Figura 20 - Análise de componentes principais do queijo tipo Camembert com 30 dias de maturação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Os componentes determinantes para a aceitação global foram o sabor, textura e impressão global. Observa-se que a aparência do queijo não foi um atributo significante para a aceitação global. De acordo com Furtado (2013), as

principais características sensoriais dos queijos Camembert são sabor e aroma pronunciados, devido à intensa proteólise e lipólise estimulada pelo fungo branco *P. camemberti*. Campos (2020) identificou com base nos testes de Dominância Temporal de Sensações (TDS) e de aceitação sensorial que as principais características dos queijos tipo Camembert foram sabor amanteigado e salgado, textura cremosa e macia, e cores branca e amarela.

## **6 CONCLUSÃO**

A partir deste estudo podemos concluir que a tecnologia de fabricação brasileira do queijo tipo Camembert permite a produção de um queijo de boa qualidade, com perfil de maturação semelhante aos queijos tradicionais e que atendem as expectativas dos consumidores. No entanto, ainda há muita variação do produto, devido à falta de um regulamento técnico de qualidade e identidade específico.

Vale a pena ressaltar que ainda há poucos trabalhos para a caracterização do queijo tipo Camembert produzido no Brasil. Entretanto, com o aumento do mercado consumidor, é de suma importância para as indústrias terem mais materiais didáticos para o direcionamento da produção com alto rendimento, além de uma padronização e maior aceitação do produto pelos consumidores.

## 7 REFERÊNCIAS

AGARWAL, S. *et al.* Innovative uses of milk protein concentrates in product development. **Journal of Food Science**, v.80 S1, p. A23-A29, 2015.

ALVES *et al.* Yield, changes in proteolysis, and sensory quality of Prato cheese produced with different coagulants. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n.12, 2013.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 14 ed. Washington (D.C.), 1984, p.1141, 2003.

AUGUSTO, M. M. M.; QUEIROZ, M. I.; VIOTTO, W. H. Seleção e treinamento de julgadores para avaliação do gosto amargo em queijo prato. **Revistas Científicas da América Latina**, v. 25, n. 4, p. 849-852, 2005.

BALLINGER, K. Padronização e extensão de queijo com proteínas de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.43, n.258,p. 51-59, 2001.

BANKS, J. M. *et al.* Cheese yield: composition does matter. **Dairy Industries International**, v. 46, n. 5, p. 15-17, 19, 21-22, 1981.

BARROSO, T. L. **Efeito da relação caseína/gordura do leite nas propriedades do queijo Prato**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2021.

BASTOS, R. A. *et al.* Avaliação de Percepção e preferência dos consumidores em relação a queijo prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Jan/Fev, nº 390, p. 12–19, 2013.

BERG, G van den; BOER, F.; ALLERSMA, D. Consequences of cold storage of milk. **Voed. Mid. Techn.**, v. 31, n. 8, p. 101-104, 1998.

BERNARDI, M.R.V; DAMÁSIO, M.H.; VALLE, J.D.; OLIVEIRA, A.D. Elaboração do queijo Mozzarella de leite de búfala pelos métodos tradicional e da acidificação direta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.138-144, 2000.

BOURNE, M. Relationship between texture and mastication. **Journal of Texture Studies**, v. 35, n.1, p. 125-143, 2004.

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

BRASIL. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Ficam aprovados 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, p. 9, 26 nov. 2018.

BRASIL. Portaria Nº 146, DE 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 11 mar. 1996.

BOURNE, M. Relationship between texture and mastication. **Journal of Texture Studies**, v. 35, n.1, p. 125-143, 2004

BUZATO, R. M. P. **Influência da relação caseína/gordura do leite e da temperatura de cozimento da massa no rendimento de fabricação e nas propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais do queijo de coalho**. 2011. 247 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255782>. Acesso em: 18 ago. 2022.



CALLAMAN, T. Recovery of milk constituents in cheesemaking (relation to process control). In: EMMONS, D. B. (Ed.). **Factors affecting the yield of cheese**. Brussels: International dairy federation, 1991.

CAMPOS, S. A. de S. **Caracterização sensorial e microscópica de queijo tipo Camembert elaborado sem mexedura e com adição de concentrados lácteos proteicos**. 2016. 129 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

CARO, I. *et al.* Composition, yield, and functionality of reduced-fat Oaxaca cheese: Effects of using skim milk or a dry milk protein concentrate. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 580–588, 2011.

CASTRO, K. A. *et al.* Efeito da contagem de células somáticas sobre a qualidade dos queijos Prato e mussarela. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 08, n. 01, p. 1237-1250, 2014.

CHIESA, M. O. *et al.* Avaliação da composição química, proteólise e propriedades funcionais do queijo mussarela comercial com teor reduzido de gordura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 381, p. 28-33, 2011

CHOUGAR, S.; HADJAN, S. **Effet de lamatière première sur la qualité d'un Ciencia à la laiterie- fromagerie «Pâturage d'Algérie »**. Dissertação (Master académique en Biologie) – Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou. 2016.

CODEX ALIMENTARIUS. **Codex Standard for Camembert**. Codex Stan 276, 1973. Disponível em: Acesso em: 22 jun. 2022.

CODEX ALIMENTARIUS. **Standard for Brie**. Codex Stan 277, 1973.

COELHO, K. O. **Efeito do nível de células somáticas no leite sobre o rendimento de queijo tipo Mussarela**. 2007. 56f. Tese de Doutorado. Escola de Veterinária - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás.

COSTA JÚNIOR, L. C. G. Viabilidade tecnológica do uso de concentrados proteicos e creme como extensores na fabricação de queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 61, n.351, p. 39-48, 2006.

COSTA JÚNIOR, L. C. G.; PINHEIRO, A. J. R. Influência da relação caseína/gordura do leite nas características sensoriais do queijo prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 305, n.53 p. 40-46, 1999.

COSTA JÚNIOR, L. G. C. *et al.* Avaliação da proteólise de queijo artesanal de uma unidade produtora da Serra da Canastra nas quatro estações do ano. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 371, p. 62-69, 2009.

COUTO, M. A. C. Queijos Artesanais Brasileiros. **Ciência do Leite**. 2017. Disponível em: <https://cienciadoleite.com.br/noticia/3835/queijos-artesanais-brasileiros> Acesso em: 16 jul. 2022.

CROWLEY, S. V. *et al.* Rehydration characteristics of milk protein concentrate powders. **Journal of Food Engineering**, v. 149, p. 105–113, 2015.

DADOUSIS, C. *et al.* Genome-wide association study for cheese yield and curd nutrient recovery in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p.1259-1271, 2017.

DE RENSIS, C. M. V. B.; PETENATE, A. J.; VIOTTO, W. H. Caracterização físico-química, reológica e sensorial de queijos tipo Prato com teor reduzido de gordura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 488-494, 2009.

DIAS, G. **Influência do uso de *Geotrichum candidum*, nas características físico-químicas e sensoriais do queijo tipo Camembert**. 2007. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

DIAS, G. **Microfiltração como alternativa na produção de queijos com olhaduras e utilização da fase aquosa para avaliação de suas características físico-químicas.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 1981.

ECK, A. **O queijo.** v.1. Coleção EUROAGRO, Publicações Europa – América, 1987

FARKYE, N. Y. *et al.* Effects of standardization of whole milk with dry milk protein concentrate on the yield and ripening of reduced-fat Cheddar cheese. **Journal Dairy Science**, v. 86, n. 5, p. 1608–1615, 2003.

FARKYE, N. Y.; FOX, P. F. Objectives indices of cheese ripening. **Trends in Food Science e Technology**, Oxford, v. 11, p. 37-40, 1990.

FARKYE, N.Y. Cheese technology. **International Journal of Dairy Technology**, v.57, n. 2/3 p. 91-98, 2004.

FIGUEIREDO, L.V. **Maturação e características de qualidade do queijo minas artesanal do Serro-MG.** 2018, 54 p. Dissertação (Mestrado - Curso de Pós Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

FORMAGGIONI, P. *et al.* Cheese yield: factors of variation and predictive formulas. A review focused particularly on grana type cheeses. **Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria, Università di Parma**, v. 28, p. 211–232, 2008.

FOX, P. F. **Cheese: Chemistry, physics and microbiology**, 2<sup>o</sup>. ed. London: Chapman & Hall, vol. 1, 1993. 577p.

FOX, P. F.; *et al.* **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: General Aspects.** v.1, n.3, p. 617, ed. Elsevier, 2004.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of cheese science.** Maryland: Aspen, 559 p. 2000.

FOX, P. F.; McSWEENEY, P. L. H. Chemistry and biochemistry of cheese and fermented milks. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional, cap. 10, p. 403-418. 1998.

FOX, P.F.; LAW, J. Enzimology of cheese ripening. **Food Biotechnology**, v.5, n.3, p.239-262,1991.

FRANCE. Ministère de L'Agriculture et de la Pêche. Décret n° 2008 – 984 le 18 septembre 2008. Relatif à l'appellation d'origine contrôlée: camembert de Normandie. **Journal Officiel de La République Française**, Paris, 2008.

FRANCOLINO, S. *et al.* Use of milk protein concentrate to standardize milk composition in Italian citric Mozzarella cheese making. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p. 310–314, 2010.

FUQUAY, J. ; FOX, P.; McSWEENEY, P. Encyclopedia of dairy sciences. United Kingdom: Elsevier/ Academic, 2011. 773p.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo: Globo, 1991. 297 p.

FURTADO, M. M. **Principais problemas dos queijos**: causas e prevenção – edição revisada e ampliada. São Paulo: Fonte Comunicações, 2005. 200 p.

FURTADO, M. M. **Queijos especiais**. São Paulo: Setembro, 2013. 275 p.

FURTADO, M. M. **Queijos finos maturados por fungos**. São Paulo: MilkBizz, 2003.

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. **Tecnologia de queijos**: manual técnico para a produção industrial de queijos. São Paulo: Dipemar, 1994. 118 p.

FURTADO, M. M.; WOLFSCHOON-POMBO, A. F. Fabricação de queijo prato e minas: estudo do rendimento. Determinação da cifra de transição. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Tostes**, n. 205, p.3–19, 1979.

GADONSKI, A. P.; FEIBER, M.; ALMEIDA, L. DE; NAUFEL, F. S.; SCHMITT, V. L. Avaliação do efeito cromático em resinas compostas nanoparticuladas submetidas a solução café. **Revista de Odontologia Da UNESP**, v.47, n. 3, p. 137–142, 2018.

GAIANI, C. *et al.* Dairy Powder Rehydration: Influence of Protein State, Incorporation Mode, and Agglomeration. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 2, p. 570–581, 2007.

GARCIA, G. A. C. **Efeito do uso de enzimas proteolíticas na maturação do queijo prato com teor reduzido de gordura**. 2007. 154 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual Paulista, 2007.

GEURTS, T. J.; WALSTRA, P.; MULDER, H. Brine composition and the prevention of the defect 'soft rind' in cheese. **Netherlands Milk Dairy Journal**, Amsterdam, v. 26, p. 168, 1972.

GUINEE, T. P. *et al.* The composition and functional properties of commercial Mozzarella, cheddar and analogue pizza cheeses. **International of Dairy Technology**, v. 53, n.2, p. 51-56, 2000.

GUINEE, T. P.; MCSWEENEY, P. L. H. **Significance of milk fat in cheese**. *In:Advanced Dairy Chemistry*. 3<sup>a</sup> ed. Ed. Springer, p. 377- 428, 2006.

GUINEE, T. P.; O'KENNEDY, B.T.; KELLY, P.M.Effect of Milk Protein Standardization Using Different Methods on the Composition and Yields of Cheddar Cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 2, p. 468–482, 2006.

GUNASEKARAN, S.; AK, M. M. **Cheese Rheology and Texture**. Washington: CRC Press, 2003.

GUTIERREZ, E. M. R. *et al.*Efeito da radiação gama nas características físico-químicas e microbiológicas do queijo prato durante a maturação. **Ciência e Tecnológica de Alimentos**, v. 3, n. 4, p. 596–601, 2004.

HARBUTT, Juliet (Org). **O livro do queijo**. Contribuições de Androuet *et al.* Tradução de Alexandre Tuche e Ricardo Aníbal Rosensusch. São Paulo: Globo, 2010.

HARVEY, J. Protein fortification of cheese milk using milk protein concentrate—yield improvement and product quality. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v. 61, n. 2, p. 183, 2006.

HURTAUD, C.; PEYRAUD, J.L.; MICHEL, G.; BERTHELOT, D.; DELABY, L. Winter feeding systems and dairy cow breed have an impact on milk composition and flavour of two Protected Designation of Origin French cheeses. **The Animal Consortium**, p.1327–1338, 2009.

HUSSAIN, R. *et al.* Characterization of high-milk-protein powders upon rehydration under various salt concentrations. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 1, p. 14–23, 2011.

HUSSAIN, R.; GAIANI, C.; SCHER, J. From high milk protein powders to the rehydrated dispersions in variable ionic environments: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 113, n. 3, p. 486–503, 2012.

JONES, L.V.; PERYAM, D.R.; THURSTONE L.L. Development of a scale for measuring soldiers food preferences. **Food Research**, v. 20, n.5, p. 512-520, 1955.

KATSIARI, M. C. *et al.* Manufacture of Kefalograviera cheese with less sodium by partial replacement of NaCl with KCl. **Food Chemistry**, London, v. 61, n. 1/2, p. 63-70, 1998.

KATSIARI, M. C. *et al.* Reduction of sodium content in Feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl. **International Dairy Journal**, Amsterdam, v. 7, p. 465-472, 1997.

KHAN, Hina. **Top 10 largest Cheese Producer Countries in the World. World Blaze. 2017.** Disponível em: <https://www.worldblaze.in/largest-cheese-producer-countries/> Acesso em: 27 de Mar. 2022.

KHATOON, J. A.; HOSSAIN, M. A.; JOSHI, V. K. Biochemical changes during ripening of cheddar cheese made from cow and goat milk. **Milchwissenschaft**, Cork, v. 45, n. 7, p. 436-439, 1990.

KINDSTEDT, P. S.; FOX, P. F. Modified Gerber test for free oil in melted Mozzarella cheese. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 4, p.1115-1116, July-Aug, 1991.

KLEI, L. *et al.* Effects of Milk Somatic Cell Count on Cottage Cheese Yield and Quality. **Dairy Foods**, v. 81, n. 5, p. 1205–1213, 1998

KOPPEL, K.; CHAMBERS, D. Flavor comparison of natural cheeses manufactured in different countries. **Journal of Food Science, Chicago**, v. 22, n. 5, p. 177-187, 2012.

KOSIKOWSKI, F. Cheese and Fermented Milk Foods. **New York: Elsevier**, 711p.1982.

KUBO, M. T. K *et al.* Transference of lutein during cheese making, color stability, and sensory acceptance of prato cheese. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, n. 1, p. 81-88, 2013.

KUMAR, S; KANAWJIA, S. K.; KUMAR, S. The effect of varying casein/fat ratio on physicochemical and sensory qualities of Feta-type cheese made using buffalo milk. **International Journal of Dairy Technology**, v. 64, n.3, p. 380 – 385, 2011.

KUO, C. J.; HARPER, W. J. Effect of hydration time of milk protein concentrate on cast Feta cheese texture. **Milchwissenschaft**, v. 58, p. 283-286, 2003.

LAWRENCE, R. C.; CREAMER, L. K.; GILLES, J. Texture development during cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, Champagn, v. 70, p. 1748–1760, 1987.

LE DRÉAN, G. *et al.* Quantification of *Penicillium Camemberti* and *Penicillium roqueforti* mycelium by real-time PCR to assess their growth dynamics during

ripening cheese. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, n. 138, p. 100 –107, 2010.

LECLERCQ-PERLAT, M. N.; CORRIEU, G.; SPINLER, H. E. Controlled production of Camembert-type cheeses: Part III: Role of the ripening microflora on free fatty acid concentrations. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 74, n.3, p. 218-225, 2007.

LE GRAET Y.;BRULE G. **Migration des macro et oligo-éléments dans un fromage à pâte molle de type Camembert.** *Lait*. 1988; **68**: 219-234

LIMA, D.C.; GOULART P.F.P.; OLIVEIRA, R.M.E. Avaliações sensorial, físico-química e microbiológica de queijo *Camembert* em diferentes tempos de maturação. **Revista Instituto Laticínio “Cândido Tostes”**, n.372, p.26-33, jan./fev.2010.

LIMA, M.H.P.; TELLES, F.J.S.; MACEDO, B.A.; BENEVIDES, S.D. *et al.*Elaboração de queijo de coalho a partir de leite Pasteurizado e inoculado com *Streptococcus thermophylluse Lactobacillus bulgaricus*: aspectos bioquímico e sensorial. **Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.16, n.1, p.37-44, jan./jun.1998.

LOURENÇO NETO, J. P. M. **Queijos: aspectos tecnológicos.** Master Graf, 2013. 270 p.

LUCEY, J. A.; KELLY, J. Cheese yield. **International Journal of Dairy Technology**, Huntingdon, v. 47, p. 1–14, 1994.

MAGALHÃES, F. A. R. *et al.*Avaliação de diferentes tecnologias para produção de queijo prato a partir de leite concentrado por evaporação a vácuo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 376, n. 65, p. 42–46, 2010.

MARGOLIES, B. *et al.*Effect of uncertainty in composition and weight measures in control of cheese yield and fat loss in large cheese factories. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 6822–6852, 2017.



MARGOLIES, B. *et al.* Effect of uncertainty in composition and weight measures in control of cheese yield and fat loss in large cheese factories. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 6822-6852, 2017.

MAZAL, G. *et al.* Effect of somatic cell count on Prato cheese composition. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n.2, p. 630–636, 2007.

McMAHON, D. J.; OBERG, C. J. Influence of fat, moisture and salt on functional properties of Mozzarella cheese. **The Australian Journal of Dairy Technology**, v.53, n.2, p. 98-101, 1998.

MERHEB-DINI, C. *et al.* Use of a new milk-clotting protease from *Thermomucor indiciae-seudaticae* N31 as coagulant and changes during ripening of Prato cheese. **Food Chemistry**, v. 130, n.4, p. 859–865, 2012.

MIETTON, B. **Courses on cheesemaking technology**. Poligny: National Dairy School of Poigny, 1991.

MIMOUNI, A. *et al.* Food Hydrocolloids Rehydration process of milk protein concentrate powder monitored by static light scattering. **Food hydrocolloids**, v. 23, n. 7, p. 1958–1965, 2009.

MIMOUNI, A. *et al.* Rehydration process of milk protein concentrate powder monitored by static light scattering. **Food Hydrocolloids**, n. 23, p. 1958–1965, 2009.

MOREIRA, C.P.M. **Desenvolvimento de Metodologias Analíticas para Queijos**. Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

MOREIRA, G. M. M. **Queijos Gorgonzola, Prato, Parmesão, e Mussarela: Influência do tempo de maturação no perfil de aminos bioativas, aminoácidos livres, textura e características físico-químicas e microbiológicas**. Dissertação (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais. 2018.

MUNCK, A. **Apostila de Tecnologia de Fabricação de Queijos**. Instituto de Laticínios Cândido Tostes. Juiz de Fora, 2006.

NARIMATSU, A.; DORNELLAS, J. R. F.; SPADOTI, L. M.; PIZAIA, P. D.; ROIG, S. M.  
NEPOMUCENO, R. S. C. **Efeito do uso de culturas de exopolissacarídeos (EPS) na fabricação de queijo Prato**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2012.

NONOGAKI, C. O.; MONTEIRO, V. S.; GIGANTE, M. L. Metodologia para avaliar a capacidade de derretimento do queijo Prato. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 71-77, 2007.

OLIVEIRA, A. C. Aspectos da mussarela moderna. **Ciência do leite**. 2016. Disponível em: <https://cienciadoleite.com.br/noticia/3688/aspectos-da-mussarela-moderna>> Acesso em: 20 Jun. 2022.

ORDÓNEZ, J. A. *et al.* **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005

PAULA, J. C. J.; CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico a salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367, p. 19-25, 2009.

PEREIRA, A. C. P. **Características físicas, químicas e microbiológicas de queijos tipo Brie e tipo Camembert produzidos no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2014.

PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. **Físico-química do leite e derivados**: métodos analíticos. 2.ed. ampl. e rev. Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora, 2001. 234 p.

PERRY, K. S. P. Queijos: Aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

RAMOS, T. DE M. **Tipos de pasteurização e agentes coagulantes na fabricação do queijo tipo Prato**. 2013. 231 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2013.

REHMAN, S. V. *et al.* Effects of standardization of whole milk with dry milk protein concentrate on the yield and ripening of reduced-fat cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 5, p. 1608 - 1615, 2003.

RIBEIRO, E. P. **Aplicação de ultrafiltração de leite no processo de fabricação de queijo prato**. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. 1996.

RIBEIRO, J. C. B. **Avaliação da qualidade de queijos maturados por *PenicilliumCandidum***. 2012. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.

ROWNEY, M.; ROUPAS, P.; HICKEY, M. W.; EVERETT, D.W. Factors affecting the functionality of Mozzarella cheese. **Australian Journal of Dairy Technology**, Highett, v.54, n.2, p.94-102, 1999.

RUPP, L. S.; MOLITOR, M. S.; LUCEY, J. A. Effect of processing methods and protein content of the concentrate on the properties of milk protein concentrate with 80% protein. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 9, p. 7702-7713, 2018.

SALES, D. C. *et al.* Cheese yield in Brazil: state of the art. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 36, n. 4, p. 563–569, 2016.

SANCHEZ, V. A. A. G. **Evolução de ácidos graxos e do perfil da textura durante a maturação de queijo Prato**. 2000, 116 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia

Bioquímico-Farmacêutica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

SOBRAL, D. *et al.* Can lutein replace annatto in the manufacture of Prato cheese? *LWT - Food Science and Technology*, v. 68, p. 349-355, 2016.

SOBRAL, D. *et al.* Quantificação e porcentagem de recuperação de luteína adicionada na fabricação de queijo prato esférico. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, p. 405–414, 2014.

SOUSA, M.J.; ARDÖ, Y.; McSWEENEY, P.L.H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. *International Dairy Journal*, v.11, p. 327 - 345, 2001.

SOUZA, V. R. *et al.* Efeito da concentração de gordura nas propriedades físicas, químicas e sensoriais do queijo petit suisse elaborado com retenção de soro. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Mai/Jun, n. 386, 67, p. 20-28, 2012.

SBAMPATO, C.G.; ABREU, L.R.; FURTADO, M. M. Queijo Gorgonzola fabricado com leite pasteurizado por ejetor de vapor HTST: parâmetros físico-químicos e sensoriais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.1, p.191-200, 2000.

SCHENKEL, P.; SAMUDRALA, R.; HINRICHS, J. Thermo-physical properties of semi-hard cheese made with different fat fractions: Influence of melting point and fat globule size. **International Dairy Journal**, v. 30, p. 79-87, 2013.

SCHUCK, P. *et al.* Water transfer during rehydration of micellar casein powders. **Lait**, v. 87, n. 4–5, p. 425–432, 2007.

SHIBAO, J.; BASTOS, D.H.M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista Nutrição**, v.24, n.6, p.895-904, nov./dez. 2011.

STATISTA. **Global cheese consumption by country 2018. Statista–The statistics portal. 2019.** Disponível em: <<https://www.statista.com/statistics/868231/global-annual-consumption-of-cheese-by-country/>> Acesso em: 27 de Mar. 2019.

TRIPALDI, C.; TERRAMOCCIA, S.; BARTOCCI, M.; ANGELUCCI, M.; DANESE, V. **The effects of the somatic cell count on yield, composition and coagulating properties of Mediterranean buffalo milk.** *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v.16, n.5, p. 738-742, 2003.

TUNICK, M. H.; MALIN, E. L., SMITH, P. W; HOLSINGER, V. H. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheese prepared from homogenized milk. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n.12,p. 3621-3628, 1993.

TUNICK, M. H.; MACKKEY, K. L.; SMITH, P. W.; HOLSINGER, V. H. Effects of composition and storage on the texture of Mozzarella cheese. **Netherlands Milk and Dairy Journal**, v.45, n.2, p.117-125, 1991.

TUNICK, M. H.; SHIEH, J. J. Rheology of reduced-fat Mozzarella cheese. In: Malin, E.L.; Tunick, M. H. (ed.). **Chemistry of structure** – Function relationships in cheese. London: Plenum Press, 1995. cap. 2, p. 7-19, 1995.

VALLE, J. L. E. *et al.* Influência do teor de gordura nas propriedades funcionais do queijo tipo mozzarella. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 669-673, 2004.

WALSTRA, P; WOURTES, J. T.M.; GEURTES, T. J. **Dairy Science and Technology.** CRC Press. 2 ed. Cap.24, p. 577-638, 2006.

WANG, H. H.; SUN, D. W. Evaluation of the functional properties of Cheddar cheese using a computer vision method. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 1, p. 49-53, 2001.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F., LIMA, A. Extensão e profundidade de proteólise em Queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 44, n. 261, p. 50-54, 1989.

VOIGT, D.D.; PATTERSON, M.F.; LINTON M.; KELLY, A.L. Effect of high-pressure treatment of milk prior to manufacture on ripening of *Camembert* cheese. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.12, p.1–5, 2011.

YUNES, V.M.; BENEDET, H.D. Desenvolvimento experimental de queijo fresco de leite da espécie bubalina. **Ciência Tecnologia Alimentar**, v.20, n.3, set./dez. 2000.

VAN BELLE, M.; VERVACK, W.; FOULON, M. Composition en acides gras supérieurs de quelques types de fromages consommés en Belgique. **Lait**, v.58, n.575-576, p.256-260, 1978.

VIOTTO, W. H.; CmUNHA, C. R. Teor de sólidos do leite e rendimento industrial. In: MESQUITA, A. J.; DURR, L. W.; COELHO, K. O. **Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil**. Goiânia: Talento, 2006. v. 1, p. 241-258.

TUNICK, M. H. Rheology of dairy food that gel, stretch and fracture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p.1892–1898, 2000.