

**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**

**TAYNAN BARROSO LANDIN**

**Efeito da relação caseína/gordura do leite nas propriedades do queijo Prato**

**JUIZ DE FORA**

**2021**

**TAYNAN BARROSO LANDIN**

**Efeito da relação caseína/gordura do leite nas propriedades do queijo Prato**

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-orientadores: Profa. Dra. Denise Sobral

Prof. Dr. Luiz Carlos Gonçalves Costa Junior

**JUIZ DE FORA**

**2021**

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

Landin, Taynan Barroso.

Efeito da relação caseína/gordura do leite nas propriedades do queijo Prato / Taynan Barroso Landin. -- 2021.

98 p. : il.

Orientadora: Renata Golin Bueno Costa

Coorientadores: Denise Sobral, Luiz Carlos Gonçalves Costa Junior

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Farmácia e Bioquímica. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, 2021.

1. Padronização. 2. Rendimento. 3. Derretimento. 4. Óleo livre. 5. Fatiamento. I. Costa, Renata Golin Bueno, orient. II. Sobral, Denise, coorient. III. Costa Junior, Luiz Carlos Gonçalves, coorient. IV. Título.

**Taynan Barroso Landin**

**Efeito da relação caseína/gordura do leite nas propriedades do queijo Prato**

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 04 de Março de 2021

**BANCA EXAMINADORA**



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Renata Golin Bueno Costa - Orientadora  
Universidade Federal de Juiz de Fora



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Carlos Gonçalves Costa Junior  
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Denise Sobral  
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Junio César Jacinto de Paula  
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Adriano Gomes da Cruz  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por ser a base de todas as minhas realizações, me guiar em todos os momentos e me dar força para continuar seguindo a minha caminhada.

A minha família, por todo apoio. Em especial aos meus pais: Ângela e Luiz por tudo que fizeram e fazem por mim. Ao meu irmão Caio por ser e meu melhor amigo. Aos meus avós: Irene, Marli e Raimundo por todo amor, compreensão e orações e ao meu avô Sebastião, por todos os momentos que pude passar ao seu lado (te tenho como anjo da guarda e te carrego em minha memória e no meu coração com muita saudade). Agradeço também a minha namorada Gabriela, por acreditar em mim, me ajudar nos momentos de dificuldades e me dar todo carinho e amor.

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

Aos professores participantes da banca pela disponibilidade e contribuição neste trabalho. A todos os professores do ILCT em especial aos professores: Prof. Fernando Antônio Resplande Magalhães; Profa. Denise Sobral, Profa. Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Prof. Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior, Prof. Junio César Jacinto de Paula, Profa. Elisângela Michele Miguel e Profa. Gisela de Magalhães Machado Moreira. Agradeço também ao Prof. Eric Batista da Universidade Federal de Alfenas pela contribuição e suporte.

Aos funcionários do laboratório de físico-química do ILCT, em especial Alcy Laender e aos bolsistas por toda a ajuda durante a realização desse trabalho. Aos funcionários da fábrica do ILCT, em especial: Sebastião e Profa. Valdeane. Aos alunos Thiago Lins, Guilherme Maciel, Pedro Aquino e Caio Soares por todo suporte e apoio necessário.

## RESUMO

O queijo Prato é um típico queijo brasileiro, com elevado consumo possivelmente devido às suas propriedades funcionais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 nas propriedades físico-químicas, sensoriais, de textura e funcionais do queijo Prato. Os queijos das quatro repetições, produzidos com as diferentes relações caseína/gordura foram avaliados com 2 dias de fabricação quanto à composição físico-química e rendimento de fabricação. As propriedades funcionais de derretimento, fatiabilidade, óleo livre e o pH, atividade de água, índices de proteólise, evolução do perfil de textura e cor foram avaliados ao longo de quatro tempos de maturação (2, 15, 30 e 45 dias). As análises microbiológicas e análise sensorial foram avaliadas com 30 dias de maturação. As variações das relações caseína/gordura estudadas não alteraram significativamente ( $P>0,05$ ) as características físico-químicas dos queijos, incluindo o pH e  $A_w$ , avaliados ao longo do tempo de maturação. Os índices de extensão e profundidade de proteólise não alteraram significativamente ( $P>0,05$ ) entre as relações, mas aumentaram ao longo da maturação. Não houve influência no rendimento atual e ajustado dos queijos ( $P>0,05$ ), porém o uso da relação caseína/gordura 0,68 aumentou as recuperações de proteína e gordura e, conseqüentemente, houve menor perda destes para o soro, em comparação com a relação caseína/gordura 0,76 ( $P<0,05$ ). Os queijos fabricados com a relação caseína/gordura 0,68 proporcionaram uma maior capacidade de derretimento e liberação de óleo livre ( $P<0,05$ ). As relações caseína/gordura estudadas não influenciaram no fatiamento dos queijos. Também não houve interferência na dureza, adesividade, coesividade, elasticidade, e corte ( $P>0,05$ ). Apenas a mastigabilidade se mostrou menor nos queijos produzidos com relação caseína/gordura 0,68 ( $P<0,05$ ). As relações caseína/gordura estudadas não alteraram significativamente a cor dos queijos entre os tratamentos ( $P>0,05$ ), apenas em relação ao tempo ( $P<0,05$ ). No teste de aceitação pelos consumidores não foi detectado diferença entre os tratamentos para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global dos queijos Prato ( $P>0,05$ ). Desta forma, conclui-se que para fabricação de um queijo Prato que apresente um menor derretimento e liberação de óleo, a relação caseína/gordura 0,76 é a mais recomendada e para a fabricação de um queijo Prato que apresente um maior derretimento e liberação de óleo, deve-se optar pelo uso da relação caseína/gordura 0,68. A definição da relação caseína/gordura a ser utilizada depende do produto desejado pela indústria de laticínios. Para isso, torna-se necessário, primeiro, implementar a análise de caseína no laboratório da indústria. Essa é uma análise simples, que não requer investimentos em equipamentos e reagentes caros. A partir disso, a indústria poderá padronizar a fabricação do queijo Prato de acordo com as propriedades funcionais desejadas para atender diferentes públicos e seguimentos, seja por um queijo que derreta mais e libere mais óleo livre ou por um que derreta menos e libere menos óleo livre.

**Palavras-chave:** Padronização. Proteína. Rendimento. Derretimento. Óleo livre. Fatiamento.

## ABSTRACT

Prato cheese is a typical Brazilian cheese, with high consumption possibly due to its functional properties. The objective of this work was to evaluate the effect of the casein / fat ratios 0.68, 0.72 and 0.76 on the physical-chemical, sensory, texture and functional properties of Prato cheese. The cheeses from the four repetitions, produced with the different casein / fat ratios, were evaluated after 2 days of manufacture in terms of their physical-chemical composition and manufacturing performance. The functional properties of melting, feasibility, free oil and pH, water activity, proteolysis rates, evolution of the texture and color profile were evaluated over four maturation times (2.15, 30 and 45 days). Microbiological analysis and sensory analysis were evaluated after 30 days of maturation. The variations in the casein / fat ratios studied did not significantly change ( $P > 0.05$ ) the physical-chemical characteristics of the cheeses, including pH and  $A_w$ , evaluated over the maturation time. The proteolysis extension and depth indices did not change significantly ( $P > 0.05$ ) between the relationships, but increased throughout maturation. There was no influence on the current and adjusted cheese yield ( $P > 0.05$ ), however the use of the casein / fat ratio 0.68 increased the recoveries of protein and fat and, consequently, there was less loss of these to the serum, in comparison with the casein / fat ratio 0.76 ( $P < 0.05$ ). Cheeses manufactured with a 0.68 casein / fat ratio provided greater melting capacity and free oil release ( $P < 0.05$ ). The studied casein / fat ratios did not influence the cheese slicing. There was also no interference in hardness, adhesiveness, cohesiveness, elasticity, and cut ( $P > 0.05$ ). Only chewability was lower in cheeses produced with a 0.68 casein / fat ratio ( $P < 0.05$ ). The casein / fat ratios studied did not significantly change the color of the cheeses between treatments ( $P > 0.05$ ), only in relation to time ( $P < 0.05$ ). In the consumer acceptance test, no difference was detected between treatments for the appearance, aroma, flavor, texture and overall impression of Prato cheeses ( $P > 0.05$ ). Thus, it is concluded that for the manufacture of a Prato cheese that presents a lower melting and oil release, the casein / fat ratio 0.76 is the most recommended and for the manufacture of a Prato cheese that presents a greater melting and release of oil, the casein / fat ratio of 0.68 should be chosen. The definition of the casein / fat ratio to be used depends on the product desired by the dairy industry. For this, it becomes necessary, first, to implement casein analysis in the industry laboratory. This is a simple analysis, which does not require investments in expensive equipment and reagents. From this, the industry will be able to standardize the manufacture of Prato cheese according to the desired functional properties to serve different audiences and segments, either by a cheese that melts more and releases more free oil or by one that melts less and releases less free oil. .

**Key words:** Standardization. Protein. Performance. Melting. Oil free. Slicing.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Esquema geral de proteólise decorrente da ação microbiana durante a maturação de queijos.....	29
<b>Figura 2.</b> Esquema Desenho Experimental.....	38
<b>Figura 3.</b> Fluxograma da fabricação do queijo Prato.....	41
<b>Figura 4.</b> Esquema da análise de derretimento.....	45
<b>Figura 5.</b> Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o queijo Prato.....	48
<b>Figura 6.</b> Índice de extensão (%) da proteólise dos queijos Prato.....	57
<b>Figura 7.</b> Índice de profundidade (%) da proteólise dos queijos Prato.....	58
<b>Figura 8.</b> Recuperação de proteína do leite para o queijo e perda de proteína do leite para o soro (%).....	61
<b>Figura 9.</b> Recuperação de gordura do leite para o queijo e perda de gordura do leite para o soro (%).....	62
<b>Figura 10.</b> Capacidade de derretimento (%) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação.....	64
<b>Figura 11.</b> Capacidade de derretimento (%) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura.....	66
<b>Figura 12.</b> Formação de óleo livre em %(m/m) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação.....	67
<b>Figura 13.</b> Liberação de óleo livre e Capacidade de derretimento dos queijos Prato..	68
<b>Figura 14.</b> Fatiamento dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação.....	69
<b>Figura 15.</b> Dureza (N) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação.....	71
<b>Figura 16.</b> Adesividade (J) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação.....	72
<b>Figura 17.</b> Mastigabilidade (N) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação.....	75
<b>Figura 18.</b> Corte (g) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação.....	77



**Figura 19.** Comportamento da cor dos queijos Prato, ao longo da maturação, para o parâmetro de cor  $L^*$  .....78

**Figura 20.** Comportamento da cor dos queijos Prato, ao longo da maturação, para o parâmetro de cor  $b^*$  .....79

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Composição centesimal do Queijo Prato.....	20
<b>Tabela 2.</b> Número de repetições (fabricações), tempos avaliados e as análises que foram realizadas nesse projeto.....	39
<b>Tabela 3.</b> Composição físico-química média do leite utilizado na fabricação dos queijos Prato.....	49
<b>Tabela 4.</b> Composição físico-química média do soro das fabricações de queijo Prato com 3 diferentes relações de caseína/gordura.....	50
<b>Tabela 5.</b> Composição centesimal dos queijos Prato produzidos com diferentes relações caseína/gordura.....	51
<b>Tabela 6.</b> Rendimentos atual (kg queijo/100 kg de leite) e ajustado dos queijos Prato produzidos com diferentes relações caseína/gordura.....	59
<b>Tabela 7.</b> Análise microbiológica dos queijos Prato com 30 dias de maturação.....	81
<b>Tabela 8.</b> Avaliação sensorial dos queijos Prato produzidos com diferentes relações caseína/gordura.....	82

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;  
ANOVA – Análise de Variância;  
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária;  
A.O.A.C. – Official Methods of Analysis;  
Aw – Atividade de água;  
BPF – Boas Práticas de Fabricação;  
Ca – Cálcio;  
CCS – Contagem de Células Somáticas;  
CD – Coeficiente de derretimento;  
Df – Diâmetro final;  
Di – Diâmetro inicial;  
DP – Desvio Padrão;  
EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais;  
GES – Gordura no extrato seco;  
ILCT – Instituto de Laticínios Cândido Tostes;  
IN – Instrução normativa;  
Kg – Kilograma;  
L – Litros;  
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento;  
NaCl – Cloreto de Sódio;  
NaOH – Hidróxido de Sódio;  
NS – Nitrogênio solúvel;  
NT – Nitrogênio total;  
P – Fósforo;  
pH – Potencial hidrogeniônico;  
RAJ – Rendimento Ajustado;  
RDC – Resolução da Diretoria Colegiada;  
RG – Recuperação de gordura;  
RMF – Resíduo mineral fixo;  
RP – Recuperação de proteína;  
SCI – Componente especular incluído;  
TCA – Ácido tricloroacético;

TPA – Análise do perfil de textura;

UFC – Unidades Formadoras de Colônias;

UMDQ – Umidade na massa desengordurada do queijo;

## LISTA DE SÍMBOLOS

% – percentual;

°C – graus Celsius (unidade de temperatura);

cm – Centímetro;

g – grama (unidade de medida de massa);

kg - quilograma (unidade de medida de massa);

mL – mililitro – (unidade de medida de volume);

mg – miligrama (unidade de medida de massa);

m/m – massa/massa;

m/v – Massa/volume;

Nm – Nanômetro;

pH – potencial hidrogeniônico;

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
2.1	Objetivo Geral.....	17
2.2	Objetivos específicos.....	17
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
3.1	Histórico e evolução da fabricação de queijos.....	18
3.2	Queijo Prato.....	19
3.2.1	Propriedades funcionais do queijo Prato.....	22
3.2.1.1	Derretimento.....	22
3.2.1.2	Formação de óleo livre.....	23
3.2.1.3	Fatiabilidade.....	24
3.2.1.4	Perfil de textura.....	26
3.3	Maturação.....	27
3.3.1	Proteólise.....	28
3.4	Rendimento.....	31
3.5	Relação caseína/gordura.....	35
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
4.1	Localização.....	38
4.2	Desenho Experimental.....	38
4.3	Tecnologia de fabricação do Queijo Prato.....	40
4.4	Análises físico-químicas do leite cru.....	41
4.5	Análises físico-químicas do soro.....	42
4.6	Amostragens dos queijos durante a estocagem.....	42
4.6.1	Análises físico-químicas dos queijos Prato.....	42
4.6.2	Rendimento.....	44
4.6.3	Avaliação da capacidade de derretimento do queijo Prato.....	44
4.6.4	Formação de óleo livre.....	45
4.6.5	Avaliação do fatiamento dos queijos Prato.....	45
4.6.6	Análise do perfil de textura dos queijos.....	46

4.6.7	Avaliação da cor.....	46
4.6.8	Análises microbiológicas.....	46
4.6.9	Análise sensorial.....	47
4.7	Análise estatística.....	48
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>49</b>
5.1	Análises físico-químicas do leite cru.....	49
5.2	Análises físico-químicas do soro.....	50
5.3	Análises físico-químicas dos queijos Prato.....	51
5.3.1	pH.....	54
5.3.2	Atividade de água (Aw).....	55
5.3.3	Índice de extensão de proteólise.....	56
5.3.4	Índice de profundidade de proteólise.....	58
5.4	Rendimento.....	59
5.4.1	Recuperação de constituintes do leite para os queijos.....	60
5.5	Avaliação da capacidade de derretimento dos queijos Prato.....	63
5.6	Formação de óleo livre.....	66
5.7	Avaliação do fatiamento dos queijos Prato.....	68
5.8	Análise do Perfil de textura.....	70
5.8.1	Dureza.....	70
5.8.2	Adesividade.....	72
5.8.3	Coesividade.....	73
5.8.4	Elasticidade.....	74
5.8.5	Mastigabilidade.....	74
5.8.6	Corte.....	76
5.9	Cor.....	77
5.10	Análises microbiológicas dos queijos Prato.....	80
5.11	Análise sensorial.....	81
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>87</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O queijo Prato é um típico queijo brasileiro fabricado em todas as regiões do país. Sua fabricação teve início na década de 20 por imigrantes dinamarqueses na região sul de Minas Gerais e atualmente é um dos queijos mais consumidos no Brasil. A produção do queijo Prato representa cerca de 20% dos queijos produzidos em todo território nacional.

É um queijo que possui sabor e aroma suave, coloração amarelo-ouro, consistência macia, pode apresentar textura fechada ou pequenas olhaduras lisas e brilhantes e passa pelo processo de semicozimento da massa em sua fabricação. Encontrado com facilidade nos comércios varejistas, o queijo Prato possui bastante aceitação pelos consumidores consumido, que o utilizam como ingrediente para sanduíches e outras preparações culinárias devido a sua principal propriedade funcional, a capacidade de derretimento.

Por ser um produto bastante produzido e consumido no país, o queijo Prato é constante objeto de pesquisas focadas no aumento do rendimento de fabricação. Entre os principais fatores que afetam o rendimento na fabricação de queijos, estão: qualidade e composição do leite utilizado na produção, as próprias características dos queijos e suas etapas de fabricações.

Entre os componentes do leite, encontra-se a caseína, que é principal proteína usada na fabricação de queijos. A caseína coagulada possui a capacidade de aprisionar os demais constituintes do leite durante a formação do coágulo, incluindo a gordura, que geralmente é o sengudo componente sólido presente em maior quantidade nos queijos. Desta forma, uma vez que a relação caseína/gordura está ajustada, é observado uma melhora no rendimento na fabricação dos queijos.

Embora exista estudos sobre rendimento de fabricação de queijo Prato utilizando a relação caseína/gordura, ainda não foi avaliada a influência dessa relação nas propriedades funcionais, reológicas e de cor. Sendo assim, este estudo visa avaliar o efeito do uso da relação caseína/gordura nas características físico-químicas, nas propriedades funcionais, de textura, cor e também no rendimento de fabricação do queijo Prato.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito da relação caseína/gordura do leite nas propriedades físico-químicas, sensoriais, de textura e funcionais do queijo Prato.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Ajustar a composição do leite para a fabricação de queijo Prato padronizando a relação caseína/gordura no intervalo de 0,68 a 0,76;
- Avaliar o efeito das diferentes relações no rendimento dos queijos;
- Avaliar o efeito das diferentes relações utilizadas na composição físico-química dos queijos produzidos;
- Avaliar o efeito das diferentes relações utilizadas nas propriedades funcionais de derretimento, fatiabilidade, óleo livre e no pH, na atividade de água e nos índices de proteólise dos queijos obtidos, ao longo de quatro tempos de maturação (2, 15, 30 e 45 dias);
- Avaliar o efeito das diferentes relações utilizadas na evolução do perfil de textura e na cor dos queijos, ao longo de quatro tempos de maturação (2, 15, 30 e 45 dias);
- Avaliar a qualidade microbiológica dos queijos produzidos com 30 dias de maturação e;
- Verificar a aceitabilidade sensorial dos queijos Prato produzidos com diferentes relações.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Histórico e evolução da fabricação de queijos**

O queijo é um dos alimentos mais antigos registrados na história da humanidade. A arte da produção do queijo teve início em milhares de anos, com muitas teorias que descrevem o momento exato de seu surgimento (VEIGA, 2012). Uma delas relata que há 8.000 anos, entre os rios Tigres e Eufrates no Iraque, acidentalmente o leite acidificou e separou uma massa que quando moldada, resultava em um alimento nutritivo e de fácil obtenção. Outra teoria é que há 5.000 anos a.C., o leite estocado em bolsas feitas de estômagos de animais, entraria em contato com enzimas coagulantes e se coagularia durante a estocagem, separando o soro e a massa (FOX et al., 2016).

Desde então, a fabricação de queijos acompanhou o avanço da civilização, onde os conhecimentos obtidos eram passados de forma cultural para as gerações sucessoras. Foram surgindo centenas de variedades de queijos com características bem definidas de acordo com o local de fabricação, explicando a existência das muitas variedades encontradas até os dias atuais (PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009).

Para a transformação do leite em massa de queijo realiza-se a coagulação, normalmente com coalho, que tem a principal função de precipitar a caseína (proteína presente em maior quantidade no leite), formando um coágulo firme que dará origem ao queijo. Os queijos podem ser classificados quanto à obtenção da massa (por coalho ou fermentação ácida), pelo tratamento da massa (crua, semicozida e cozida), pelo teor de matéria gorda (gordos, magros e semigordo) e quanto ao teor de umidade (alta, média e baixa) (FERREIRA; FERREIRA, 2013).

Estima-se que existam mais de 400 variedades diferentes de queijos disponíveis em todo o mundo (AH; TAGALPALLEWAR, 2017). Os mais variados tipos de queijos agradam a muitos paladares e podem ser utilizados para consumo direto, à mesa, ou como ingrediente nas mais variadas gastronomias do mundo (SOBRAL et al., 2014). Além do mais, os queijos são alimentos fontes de vários nutrientes indispensáveis para o corpo humano, como proteínas, lipídios, vitaminas e minerais que precisam estar presentes em uma dieta saudável e balanceada nutricionalmente (SILVA et al., 2017).

Devido ao aumento do consumo de queijos, estima-se que um terço da produção mundial de leite é destinada para a fabricação desse produto. Em números, houve uma alta do consumo mundial em 17% de 2000 a 2008, já no Brasil, o

crescimento chegou a 43% (MERHEB-DINI et al., 2012). Uma explicação para esse crescimento no Brasil se deve a regularização dos queijos artesanais, ao aumento do mercado especializado na venda de queijos no país e os próprios consumidores que passaram a valorizar mais este produto (COUTO, 2018).

Os Estados Unidos é o país que dispara na liderança em produção de queijos, seguido pela Alemanha, França e Itália que também possuem uma produção significativa (KHAN, 2017). Quanto ao consumo, de acordo o site eletrônico Statista, em 2018 a União Europeia consumiu mais de nove milhões de toneladas de queijo, seguida pelos Estados Unidos que consumiu mais de cinco milhões de toneladas, Rússia mais de um milhão de toneladas e em quarto lugar o Brasil com um consumo de 781.000 toneladas.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos no Brasil é regulamentado pela Portaria nº 146 de 1996 que define o queijo como sendo “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, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e, ou especiarias e, ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes” (BRASIL, 1996).

Dentre os queijos mais produzidos no Brasil estão a mussarela e o queijo Prato, que juntos representam cerca de 60% das vendas de queijos no país e são os produtos mais populares entre os consumidores (PITHAN-SILVA et. al, 2016).

### **3.2 Queijo Prato**

O Queijo Prato é um típico queijo brasileiro que começou a ser fabricado na década de 20 por imigrantes dinamarqueses e com isso adquiriu características semelhantes ao queijo Danbo, produzido na Dinamarca. Ao passar dos anos, o queijo Prato sofreu inúmeras modificações, seja na sua tecnologia de fabricação ou na maneira como é consumido, distanciando-se das características típicas de textura e sabor dos queijos elaborados pelos pioneiros dinamarqueses (SPADOTI; DORNELLAS; ROIG, 2005). Atualmente é um queijo que se destaca no mercado brasileiro de produtos lácteos e compõe cerca de 20% de todos os queijos produzidos e consumidos no país (SILVA et al., 2018).

A razão para esse tipo de queijo ser um dos mais consumidos no Brasil se deve ao fato do sabor ser bastante aceito pelos consumidores e por ser um queijo que se encontra com facilidade nos comércios varejistas, sendo consumido principalmente em lanches rápidos, como ingredientes para sanduíches e outras preparações culinárias (BASTOS et al., 2013).

Segundo o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Queijo Prato (Portaria nº 358, de 4 de setembro de 1997), entende-se por Queijo Prato, o queijo maturado que se obtêm por coagulação do leite por meio do coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas. Apresenta massa semicozida de consistência semidura e textura homogênea, pode ser apresentado no formato cilíndrico, denominado Cobocó, esférico, denominado Prato esférico ou na forma retangular, que é a mais tradicional (BRASIL, 1997).

Algumas etapas do processamento de fabricação são de importância crítica no sentido de definir a sua composição (Tabela 1), qualidade e adequação para os diferentes tipos de usos (VALLE et al., 2004). No geral, o processo de fabricação do queijo Prato, inicia-se a partir de leite pasteurizado e as primeiras etapas de produção incluem a adição de cultura láctica, cloreto de cálcio, corante urucum e o coagulante (SILVA, 2005).

Tabela 1. Composição centesimal do Queijo Prato.

<b>Aspectos físico-químicos</b>	<b>Média Geral</b>
Umidade (%)	42,4
Gordura (g)	29,1
RMF (g)	3,9
Carboidrato (g)	1,9
Proteína Total (g)	22,7

Composição de queijo Prato por 100 gramas de parte comestível.

Fonte: NEPA (2011).

As culturas lácticas adicionadas na fabricação de queijos apresentam a função de produzir ácido láctico e, em alguns casos compostos que conferem sabor, aroma e características aos queijos (FOX et al., 2000; PARENTE; COGAN, 2004). Diferentes tipos de culturas podem ser empregados dependendo da variedade de queijo a ser produzida. No queijo Prato, normalmente utiliza-se cultura acidificante constituída de *Lactococcus lactis subsp. lactis* e *Lactococcus lactis subsp. cremoris* (SILVA, 2005).

Outro ponto fundamental para as características do queijo Prato é a adição do corante. Para chegar a tonalidade da cor desejada, comercialmente utiliza-se o corante natural de urucum e novos estudos apontam a possibilidade da substituição do urucum pela luteína, carotenoide natural com propriedades funcionais e ação benéfica na prevenção de doenças do globo ocular (SOBRAL et al., 2016). No queijo Prato, a cor é um critério importante usado para avaliação da sua qualidade, pois este é um parâmetro considerado importante pelos consumidores ao tomar decisões de compra, podendo haver uma rejeição do produto que esteja fora dos parâmetros próprios desse tipo de queijo (KUBO et al., 2013).

Após a primeira mexedura, uma etapa considerada de extrema importância é o processo de semicozimento da massa (VALLE et al., 2004) que pode ser realizado de forma direta, pela remoção de parte do soro e adição de água quente, ou indireto, pelas paredes e fundo do tanque (SPADOTI; DORNELLAS; ROIG, 2005). Essa etapa de substituição do soro por água quente faz com que ocorra uma diluição da fase aquosa, acompanhada de aquecimento moderado dos grãos da coalhada. Tal processo se torna importante para a obtenção das propriedades sensoriais do produto final, pois a retirada parcial do soro e a adição de água quente, diminui consideravelmente o teor de lactose nos grãos da coalhada, resultando em um queijo com menos ácido láctico e pH mais elevado (MAGALHÃES et al., 2010).

No final da fabricação, o queijo Prato apresenta poucas e pequenas olhaduras lisas e brilhantes, com ou sem olhaduras mecânicas, cor amarelada ou amarelo-palha, sabor e odor característicos e sem crosta, ou com crosta fina, lisa e sem trincas, sendo considerado um queijo gordo (entre 45,0% e 59,9% de gordura no extrato seco) e de média umidade (entre 36,0% e 45,9%) (BRASIL, 1997; BRASIL, 1996). Essa grande faixa de variação na umidade foi observada por Moreno et al. (2002) ao analisarem amostras de queijo Prato provenientes de quatro diferentes estados brasileiros e encontrarem a seguinte composição média: 40,68% de umidade (mínimo de 38,64% e máximo de 44,41%).

O sabor é um dos atributos mais importantes quando se avalia um alimento e sua percepção envolve interações multissensoriais, incluindo fontes olfativas, gustativas, mecânicas, trigeminais e até mesmo as auditivas, que se fundem e formam uma percepção sensorial completa (HAN et al., 2019). O sabor característico do queijo Prato é suave, semelhante ao queijo dinamarquês Danbo e ao Gouda, de origem holandesa (PAULA et al., 2019). Porém, não apenas o sabor, mas também suas

propriedades funcionais são atributos importantes na determinação da qualidade do produto final. Devido às formas de consumo, as propriedades funcionais do queijo Prato são de grande influência na aceitação do mesmo, entre essas, as mais importantes para este produto estão ligadas à textura, que irá influenciar na firmeza, derretibilidade, fatiabilidade, mastigabilidade, adesividade e coesividade do queijo (VALLE et al., 2004).

### **3.2.1 Propriedades funcionais do queijo Prato**

As propriedades funcionais de um queijo são atributos associados com o tipo de uso final que se deseja para o mesmo, existindo algumas características esperadas que são essenciais na determinação e distinção entre um queijo bom, regular ou ruim (OLIVEIRA, 2016). Tais características são influenciadas principalmente pela composição dos queijos, compreendendo proteína, gordura e água (SCHENKEL; SAMUDRALA; HINRICHS, 2013).

Como os queijos são parte integrante dos produtos alimentícios e preparações culinárias, a preocupação com a funcionalidade dos queijos está se tornando um critério cada vez mais importante para os fabricantes produzirem de acordo com as necessidades para o uso final. Como ingrediente em alimentos, espera-se que o queijo Prato apresente características funcionais como: derretimento, fatiabilidade, corte e liberação de óleo livre (AH; TAGALPALLEWAR, 2017).

#### **3.2.1.1 Derretimento**

Uma das propriedades funcionais mais importantes do queijo Prato é a capacidade de derretimento quando submetida ao calor. Tal característica se torna relevante, uma vez que o consumo desse queijo em preparações quentes necessita de um bom derretimento, tornando-se uma propriedade importante na determinação da qualidade do queijo Prato (NONOGAKI; MONTEIRO; GIGANTE, 2007).

A propriedade de derretimento é estabelecida como a capacidade das partículas do queijo fluírem, formando uma fase uniformemente derretida, decorrente da evaporação da água e fluidificação da gordura (WANG; SUN, 2001). Entretanto, para o queijo apresentar um bom derretimento, são vários fatores associados entre si e difíceis de se controlar em uma produção (FRÖHLICH-WYDER; GUGGISBERG; WECHSLER, 2009).

Nos queijos, a propriedade de derretimento ocorre de acordo com a sua composição química no momento do aquecimento, envolvendo parâmetros como teor de gordura, teor de umidade, teor combinado de gordura e umidade, teor de sódio, teor total de cálcio, cálcio ligado a proteínas, extensão e tipo de proteólise e as condições de aquecimento (WADHWANI; McMANUS; McMAHON, 2011).

O aumento da capacidade de derretimento está diretamente ligado ao aumento do índice de extensão da proteólise durante a maturação. A proteólise primária, decorrente principalmente da ação do coalho ou coagulante residual, está associada com o aumento da capacidade de derretimento do queijo devido à fragilização da matriz proteica, fazendo com que o queijo perca a capacidade de manter sua estrutura durante o aquecimento, aumentando a capacidade de derretimento gradualmente com o tempo de armazenamento (DE RENSIS; PETENATE; VIOTTO, 2009).

Quanto menor o teor de gordura presente no queijo, menor será o derretimento no momento do aquecimento. Como a gordura desempenha um papel lubrificante entre as matrizes proteicas do queijo, a ausência de gordura pode impedir o fluxo de matrizes proteicas e retardar a movimentação do queijo durante o aquecimento explicando porque a redução de gordura reduziu a capacidade de derretimento (DAI et al., 2019).

O pH menor, resulta em uma diminuição de cálcio através da desmineralização e conseqüentemente proporciona um melhor derretimento devido à menor estruturação da malha proteica. A diminuição do cálcio causa um aumento da interação de proteínas com a água, causando mais hidratação das proteínas, maior ação proteolítica e conseqüentemente melhor derretimento do queijo (WADHWANI; McMANUS; McMAHON, 2011). O teor de umidade no queijo favorece o derretimento por influenciar a proteólise (FRÖHLICH-WYDER; GUGGISBERG; WECHSLER, 2009).

### **3.2.1.2 Formação de óleo livre**

Outra característica do queijo Prato é a formação de óleo livre. Essa propriedade está relacionada com o teor de gordura do queijo, sendo visualizada quando derretido (KINDSTEDT; RIPPE, 1990). A formação de óleo livre ocorre quando a matriz de caseína se fragiliza durante o aquecimento, permitindo que os glóbulos de gordura se unam e se direcionem à superfície dos queijos derretidos. Essa

propriedade é visível nas preparações culinárias e principalmente nas pizzas (DAI et al., 2019).

A formação de uma camada fina de óleo livre na superfície dos pedaços de queijos é necessária para proteger os queijos da evaporação de umidade quando os mesmos sofrem aquecimento e são derretidos, além de visualmente proporcionar um aspecto brilhante quando ocorrida de forma moderada (RICHOUX et al., 2008). Quando em excesso, a formação de óleo livre pode ser considerada um defeito grave nos queijos (CHIESA et al., 2011).

A formação de óleo livre tem adquirido uma maior importância, uma vez que observa-se um aumento na preocupação da população com uma dieta saudável, diminuindo a ingestão de alimentos com altos níveis de colesterol e gordura. Dessa forma, visualizar um excesso de óleo liberado pelo queijo, pode ser um fator que influencia a aceitabilidade do produto pelos consumidores e também altera as características do queijo (LUCY, 2008).

Além do teor de gordura do queijo, Chiesa et al. (2011) observaram uma relação do tempo de estocagem com a liberação de gordura, quanto mais maturado o queijo, maior foi a liberação de óleo livre. Este comportamento pode estar relacionado ao aumento nos níveis de extensão da proteólise ou da profundidade da proteólise dos queijos ao longo do armazenamento, fazendo com que a matriz proteica esteja mais fragilizada, facilitando a liberação de gordura.

A homogeneização da gordura para a fabricação de queijos, diminui a quantidade de óleo livre formado durante o aquecimento. Tal fator ocorre devido à diminuição dos glóbulos de gordura pelo processo de homogeneização e sua nova membrana formada por frações proteicas. Essa nova membrana faz com que a gordura tenha uma melhor interação com a matriz proteica, contribuindo para a estrutura do queijo, minimizando a formação de óleo livre (SCHENKEL; SAMUDRALA; HINRICHS, 2013). Foi observada uma menor liberação de óleo livre em mussarela com leite de búfala homogeneizado, uma vez que a gordura do leite de búfala é composta de glóbulos de tamanho maior que o da gordura do leite de vaca (AH; TAGALPALLEWAR, 2017).

### **3.2.1.3 Fatiabilidade**

A capacidade de fatiar é outra propriedade funcional de alguns queijos. Essa propriedade também é uma das características mais importantes do queijo Prato visto



que é hábito dos brasileiros a compra deste queijo fatiado (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

Por muito tempo, pequenos estabelecimentos compravam uma peça de queijo para ser fatiada no momento da compra. Com a demanda dos consumidores por esse produto, as empresas começaram a fatiar e embalar a vácuo os seus produtos no próprio local de produção (REZENDE; VIVAN; AVILA, 1999). A disponibilidade de queijos fatiados em supermercados e mercearias é uma tendência voltado para atender ao desejo dos consumidores por conveniência e praticidade (ALVES et al., 1996).

O consumo do queijo fatiado normalmente é de maneira indireta, pois é usado como ingrediente em preparações culinárias e sanduíches. Sendo assim, é necessário que o queijo apresente uma boa fatiabilidade para atender as necessidades dos consumidores (FURTADO, 2005).

A fatiabilidade é influenciada por inúmeros fatores, dos quais um dos mais importantes é a composição e características dos queijos (VALLE et al., 2004). A consistência macia do queijo Prato são resultados dos processos de semicozimento e da lavagem da massa. Essa lavagem faz com que o abaixamento de pH seja menor, favorecendo a formação de uma estrutura firme e elástica, condizente com a propriedade de fatiabilidade desejada para o queijo (FURTADO; LOURENÇO NETO, 1994).

Dos componentes do queijo, os que mais interferem nestas propriedades são: as concentrações de Ca e P presentes na coalhada, teor de NaCl, caseína, gordura e as interações da gordura com a caseína e com a umidade do queijo (VALLE et al., 2004).

A umidade interfere no processo de maturação e conseqüentemente na proteólise dos queijos. Queijos com maior teor de umidade maturam mais rápido e apresentam menor firmeza devido ao enfraquecimento da matriz proteica que leva a um excessivo amolecimento no queijo, a qual dificulta o fatiamento (ALVES et al., 2013).

Alguns defeitos podem ocorrer devido a problemas relacionados com a fabricação dos queijos e sua composição. Segundo Furtado (1989), quando o queijo não fatia bem, as principais causas podem estar relacionadas a: queijos com teor excessivo de gordura; queijos com teores altos de umidade; queijos novos; queijos fabricados com leite mais ácido. Outro defeito prático significativo que pode levar a

uma possível rejeição do produto é no manuseio das fatias de queijos, quando as mesmas apresentam-se “grudadas”, sendo difícil a sua separação (VALLE et al., 2004).

#### **3.2.1.4 Perfil de textura**

Nos alimentos em geral, a textura é de grande importância para as características sensoriais gerais dos alimentos (HAN et al., 2019). De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, verificada pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993).

Os queijos estão entre os primeiros alimentos analisados reologicamente por métodos fundamentais, testes mecânicos em que, ao se aplicar determinada força sobre um material homogêneo, podem ser mensuradas propriedades físicas inerentes a este material. A avaliação da textura em queijos pode ser feita por análise sensorial, utilizando análise descritiva quantitativa com provadores treinados, porém, essa técnica é mais demorada, menos precisa e está susceptível a fadiga sensorial dos provadores. Atualmente a técnica mais utilizada é por meio de equipamentos instrumentais, que possibilita uma análise mais confiável, reprodutiva e rápida (JACK; PATERSON, 1992; FOEGEDING & DRAKE, 2007; FOX et al., 2017).

O perfil de textura é uma variável muito importante para a caracterização de queijos e para aceitação dos consumidores. A textura em queijos sofre grande influência do processo de fabricação e da composição do queijo, em especial, do teor de gordura, umidade, pH e da ação proteolítica durante o processo de maturação (HENNEQUIN; HARDY, 1993). Dentro do perfil de textura em queijos, pode-se avaliar parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, elasticidade, mastigabilidade e corte (MEDEIROS et al., 2014).

Valores de dureza, coesão, e elasticidade são medidos para avaliar como o queijo se deforma e uma possível recuperação quando sofre compressão. Em um queijo com alto teor de gordura, é possível uma deformação sem danificar sua estrutura. Estas alterações ocorrem em um nível microestrutural e o queijo retém coesão considerável. Já em um queijo com baixo teor de gordura, ocorrem fraturas macroestruturais. Um aumento da dureza pode gerar uma resistência do queijo à deformação (WADHWANI; McMANUS; McMAHON, 2011).

A elasticidade é avaliada e determinada como a tendência do material de recuperar sua forma original quando uma tensão aplicada é removida. Desta forma, quanto maior a tendência à recuperação, maior será a elasticidade. Já a viscosidade é uma medida da resistência do corpo à deformação quando este é submetido a uma tensão, refletindo diretamente na maciez do queijo. Sendo assim, quanto maior a resistência à deformação, menor será a maciez do queijo (DE RENSIS; PETENATE; VIOTTO, 2009).

No queijo Prato, observa-se que os módulos de elasticidade e dureza diminuem durante a maturação. A redução da elasticidade ocorre devido à proteólise primária que provoca uma redução na firmeza e na elasticidade dos queijos, tornando-os mais macios, menos firmes e menos elásticos. Durante a proteólise secundária, enzimas provenientes da cultura láctica, cultura adjunta ou de bactérias contaminantes podem ser responsáveis pela continuação do processo. Em relação à dureza, sua diminuição em função do tempo de armazenamento implica em alterações de textura, ficando mais macia e menos firme no final do tempo de maturação (DE RENSIS; PETENATE; VIOTTO, 2009).

Ao avaliar mastigabilidade, é possível simular as compressões consecutivas em um pedaço de queijo durante a mastigação, a qual envolve várias compressões entre os dentes molares simulando a quantidade de trabalho necessário para mastigar uma amostra sólida até o ponto de engoli-la (GUNASEKARAN & AK, 2003).

### **3.3 Maturação**

A maturação é um processo importante para acentuar as características próprias e esperadas para cada tipo de queijo (FOX; McSWEENEY, 1998). Algumas variedades de queijos, sobretudo aquelas obtidas por coagulação ácida, não são submetidas à maturação. No entanto, grande parte dos queijos obtidos por coagulação enzimática são maturados por períodos que variam de 2 semanas, como é o caso do queijo Mussarela, a dois anos ou mais, como no caso dos queijos Parmesão e Cheddar extra maturado (FOX et al., 2000; FOX et al., 2004).

A Portaria nº 358, estabelece que o Queijo Prato deverá maturar pelo tempo necessário para conseguir suas características específicas, sendo indicado pelo menos 25 dias (BRASIL, 1997). Nesse tempo, as propriedades físicas e químicas do queijo se alteram, ocorrem mudanças na textura e na consistência da massa fresca, para um queijo liso e macio. Também ocorrem mudanças na microbiota dos queijos,

alguns micro-organismos podem desaparecer e outros podem se desenvolver. Paralelo as demais alterações, são formados compostos aromáticos, que caracterizam o chamado *flavor*, responsável pelos sabores e aromas típicos do queijo maturado (FOX; McSWEENEY, 1998).

A maturação é influenciado pelo processo de fabricação dos queijos, pela temperatura, umidade e atmosfera das câmaras de maturação e pela composição e características dos queijos, envolvendo pH, água, cálcio, proteínas e gordura. (GUGGISBERG et al., 2017).

Realizar a etapa de maturação é um processo caro, pois demanda instalações especiais com temperatura e umidade controladas. Também diminui o capital de giro do laticínio, pois atrasa a comercialização do produto. Porém, essa etapa é essencial para um queijo de qualidade, sendo importante para o desenvolvimento das características e até mesmo para minimizar possíveis defeitos no queijo (PERRY, 2004).

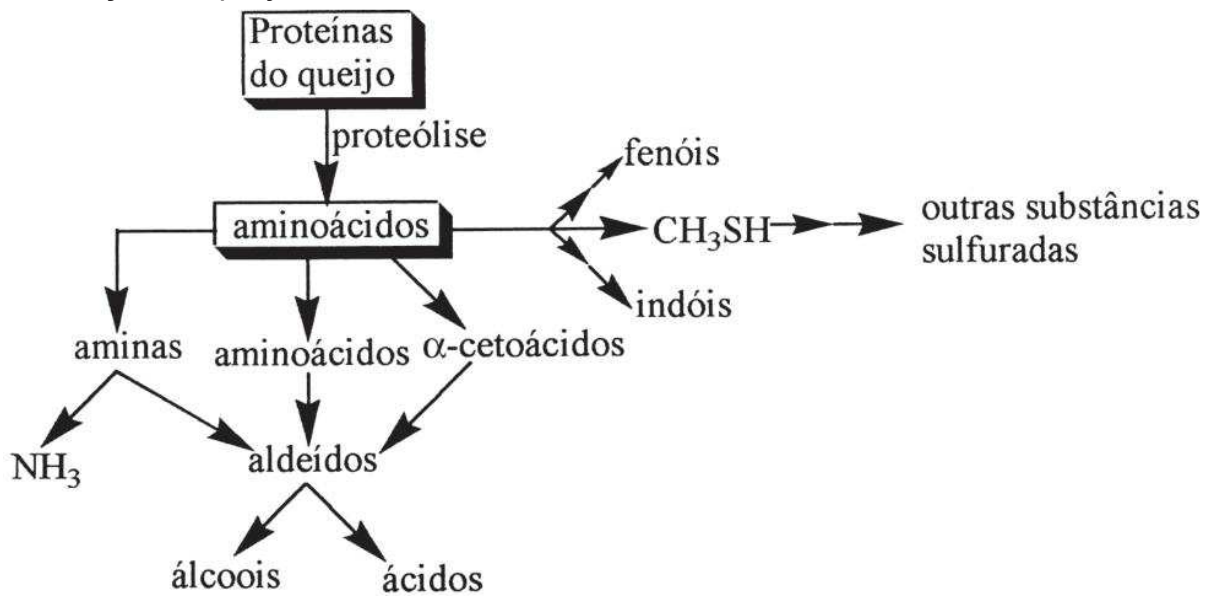
Durante o tempo de maturação do queijo Prato, as enzimas proteolíticas atuam e como resultado, ocorre uma série de fatores biológicos, químicos e bioquímicos muito importantes para as características sensoriais e funcionais esperadas para esse queijo (FOX; McSWEENEY, 1998).

### **3.3.1 Proteólise**

A proteólise é considerada a alteração bioquímica mais complexa durante a maturação dos queijos. Este é o principal evento responsável pelas mudanças de textura, por meio da hidrólise da matriz proteica (FOX et al., 2004). Durante esse processo, as proteínas são quebradas em várias outras estruturas, alterando sua forma original e com isso mudando as propriedades reológicas no queijo (GRAPPIN et al., 1985).

Outra grande influência da proteólise é no sabor. Os aminoácidos (Figura 1) oriundos da proteólise atuam como precursores de várias reações catabólicas, nas quais são produzidos compostos voláteis, importantes para o sabor e aroma dos queijos. Alguns peptídios podem conferir ao queijo um gosto amargo indesejado (FOX et al., 2004).

Figura 1. Esquema geral de proteólise decorrente da ação microbiana durante a maturação de queijos.



Fonte: PERRY, 2004.

Nos produtos lácteos, o gosto amargo normalmente está associado à presença de peptídeos amargos e aminoácidos gerados na hidrólise das proteínas do leite, mas também pode ocorrer devido à presença natural de componentes amargos, por absorção de sabores, contaminação microbiana ou reações químicas e bioquímicas da gordura do leite. Nos queijos, o amargor ocorre devido ao lento acúmulo de peptídeos hidrofóbicos durante a etapa de maturação. Dos queijos nacionais, o Prato é o que sofre uma proteólise mais intensa, podendo apresentar o defeito de sabor amargo e gerar prejuízos à indústria, pois diminui a aceitação do produto pelo consumidor (AUGUSTO; QUEIROZ; VIOTTO, 2005).

A proteólise nos queijos é decorrente da ação catalítica de proteinases e peptidases, provenientes de resíduos de coalho na massa, plasmina endógena no leite, bactérias produtoras de ácido láctico, bactérias adicionadas pelo fermento, células somáticas contendo enzimas proteolíticas e compostos liberados por outros microrganismos (SOUSA; ARDO; McSWEENEY, 2001).

Os produtos gerados pela proteólise das caseínas são peptídeos de alta, média e baixa massa molecular, aminoácidos, aminas e amônias, cuja concentração depende da variedade do queijo, do tempo e condições de maturação específicas, além da qualidade do leite, que varia de acordo com as condições de ordenha e demais operações na fabricação dos queijos (FOX et al., 2004).

A legislação estabelece para o queijo Prato, pelo menos 25 dias de maturação antes da comercialização. Porém, o prazo de validade é de cinco a seis meses e durante esse período, o perfil de compostos voláteis muda devido a ação proteolítica, resultando em um queijo com características distintas desde o início da maturação (DOMINGOS et al., 2019).

De forma geral, as caseínas são hidrolisadas inicialmente pela ação do coagulante residual e pela plasmina, formando peptídeos de tamanhos grandes e intermediários, que são posteriormente hidrolisados pelas proteases e peptidases provenientes das culturas lácticas ou microflora secundária a pequenos peptídeos e aminoácidos (FOX et al., 2004).

Teores de umidade, umidade na massa desengordurada do queijo, pH e a temperatura das câmaras de maturação podem influenciar no índice de proteólise do queijo. Quando o queijo apresenta maior umidade, ocorre uma maior ação das enzimas proteolíticas e conseqüentemente a proteólise é mais intensa, influenciando diretamente na firmeza do mesmo. A concentração de sal também interfere diretamente na proteólise, pois inibe o desenvolvimento das bactérias lácticas, diminuindo a produção de enzimas proteolíticas (KINDSTEDT, 1993).

O pH é um importante fator para controlar o tipo de fermentação e a atividade enzimática no queijo, uma vez que a diminuição do pH favorece a contração proteica e, conseqüentemente, a sinérese. Desta forma, a redução do pH durante a produção do queijo Prato pode contribuir para o menor teor de umidade deste queijo e conseqüentemente influenciar a atividade proteolítica das enzimas (ALVES et al., 2013).

Durante o período de maturação ocorre um aumento do pH dos queijos e conseqüentemente um aumento da atividade das enzimas proteolíticas. O Queijo Prato apresenta em média pH entre 5,2 – 5,4; no final da maturação apresenta valores de pH entre 5,8 – 5,9 (GUTIERREZ et al., 2004).

A forma de avaliar o índice de proteólise dos queijos durante a maturação é por meio dos índices de extensão e profundidade, que expressam as mudanças ocorridas nessa etapa. A análise de extensão detecta os peptídeos solúveis de alta massa molecular, liberados para a fase aquosa do queijo, decorrentes da ação das enzimas do coalho sobre as caseínas. Esse efeito proteolítico é considerado um fator indicativo primário (WOLFSCHOON-POMBO; LIMA, 1989).

Já o índice de profundidade, detecta a formação de substâncias de baixa massa molecular, como: aminoácidos, oligopeptídeos e aminas produzidas durante a etapa de maturação. Essas substâncias são geradas pela ação proteolítica das enzimas produzidas pelo fermento, sobre os compostos nitrogenados da proteólise primária das caseínas (WOLFSCHOON-POMBO; LIMA, 1989).

No queijo Prato, através dos índices de extensão e profundidade, observa-se um aumento da proteólise durante a maturação. Porém a extensão da proteólise apresenta maior variação que a profundidade (MOREIRA, 2018). Narimatsu et al. (2003) ao avaliar a propriedade de derretimento dos queijos Prato obtidos por ultra filtração e compara com uma fabricação tradicional, encontraram a extensão da proteólise em média menor que 10% com 10 dias de fabricação, entre 10% e 15% com 25 dias e pouco acima de 15% com 45 dias de maturação, enquanto a profundidade foi de 2% a 3%, 3% a 4% e aproximadamente 5%, respectivamente.

A proteólise influencia a principal propriedade funcional do Queijo Prato, a capacidade de derretimento. Durante a proteólise ocorre uma fragilização da rede proteica do queijo, proporcionando um aumento da capacidade de derretimento do mesmo (TUNICK et al., 1993). O derretimento é um importante fator para o queijo Prato, pois a aceitabilidade do consumidor a este produto está relacionada com características físico-químicas, sensoriais e funcionais adequadas (SÁNCHEZ, 1999).

Outra propriedade funcional do queijo Prato que sofre influência da proteólise, é a formação de óleo livre com o aquecimento do queijo. Segundo Kindstedt e Fox (1991), a proteólise favorece esse acontecimento, pois leva a desestruturação da rede proteica atuando como uma barreira física e evitando a coalescência dos glóbulos de gordura que fluem e se separam como óleo livre durante o derretimento do queijo.

### **3.4 Rendimento**

O controle do rendimento na produção de laticínios permite avaliar a eficácia do uso do leite e das demais matérias-primas em todas as etapas de fabricação. O monitoramento do rendimento pode evidenciar o sucesso na produção, sendo um meio importante para avaliar as melhorias dos processos (SALES et al., 2016).

A fabricação de queijos consiste na concentração dos componentes do leite em uma massa coagulada e posteriores etapas do fluxograma de cada tipo de queijo (BANKS et al., 1981). Sendo assim, o rendimento na produção de queijos consiste na recuperação de gordura, caseína e a retenção de fosfato de cálcio no queijo, com



objetivo de diminuir a perda desses constituintes no soro, ou seja, aumentar a quantidade de queijos fabricado com um volume determinado de leite. (MARGOLIES et al., 2017).

De uma forma mais precisa, pode-se definir rendimento de queijo como: quilogramas de um determinado tipo de queijo por 100 quilogramas de leite contendo níveis específicos de gordura 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). Quanto maior a porcentagem de sólidos recuperados do leite pro queijo, maior a quantidade obtida de queijo e portanto, maior o rendimento em termos econômicos para a indústria (FORMAGGIONI et al., 2008).

A composição do queijo é o principal fator que influencia no rendimento da fabricação, sendo o teor de umidade a principal variável. Quanto maior o teor de água de um queijo, melhor será o rendimento da fabricação, entretanto, deve-se manter um teor de umidade compatível com as características funcionais e sensoriais desejadas em cada tipo de queijo (FURTADO, 1991).

Outro principal fator que afeta o rendimento na produção de queijos é a composição do leite. Os constituintes do leite influenciam diretamente nas propriedades físicas do leite e de seus derivados, variando de acordo com a raça, idade do animal, período de lactação, alimentação e a sazonalidade. Um teor maior de gordura e caseína do leite reflete em mais gordura e caseína que podem ser usadas na fabricação dos queijos (MARGOLIES et al., 2017).

A proteína presente no leite bovino se divide em duas principais frações: as soroproteínas e caseína micelar. Essas estão entre as fontes de proteína de maior qualidade nutricional devido à presença de muitos aminoácidos indispensáveis na dieta. A proporção média de soroproteínas e caseínas está em 20% e 80% respectivamente. Pelas suas características e proporções, a caseína é a principal proteína usada na fabricação dos queijos (CHURCHWARD-VENNE et al., 2019). Sendo assim, a seleção genética de vacas que produzem leite com maior teor de gordura e proteínas, em específico a caseína, pode aumentar o rendimento em queijos (DADOUSIS et al., 2017).

Com relação à composição do leite, as proteínas, em específico as caseínas que correspondem à fração coagulável pelo coalho e formam uma rede proteica (paracaseinato de cálcio), tem uma capacidade de aprisionar os demais componentes do leite, tais como a gordura, lactose, sais minerais e proteínas do soro. Sendo assim,



aumentando-se o teor de caseína no leite, o rendimento da fabricação também aumentará de forma direta, pela maior quantidade de proteína retida e de forma indireta, pela retenção dos demais constituintes no queijo (GUINEE; MCSWEENEY, 2006).

Outro componente importante para o rendimento é a gordura presente no leite. A gordura promove um impedimento físico na contração da matriz proteica após a coagulação, pois os glóbulos de gordura solidificam e impedem que a água saia da massa, diminuindo os níveis de sinérese, com um conseqüente aumento da umidade e do rendimento do queijo. Um elevado teor de gordura na massa, resulta em um queijo com alto teor de umidade, mais macio, e uma maior capacidade de derretimento e liberação de óleo livre (ROWNEY et al., 1999; TUNICK et al., 1991).

A mastite também é um fator preocupante, pois o aumento da contagem de células somáticas (CCS) em resposta a reação inflamatória da glândula mamária, está diretamente ligado à diminuição da produtividade e alterações na composição química do leite (gordura, lactose e caseína). Além disso, o leite proveniente de um animal com mastite apresenta alterações na atividade enzimática e no tempo de coagulação que prejudicam o rendimento e a qualidade dos produtos lácteos (SALES et al., 2016). Essa alteração no tempo necessário para coagular o leite, gera uma coalhada mais fragilizada que ao ser cortada se quebrará, levando à perda de caseína no soro do leite (KLEI et al., 1998).

Segundo Castro et. al (2014), em um estudo que avaliou a fabricação do queijo Prato a partir de dois lotes de leite contendo baixa CCS e alta CCS, pôde-se verificar que o lote produzido com leite que apresentava inicialmente elevada CCS gerou baixo rendimento, sendo necessário 10,3 L de leite para a produção de 1 Kg de queijo. Já os queijos produzidos a partir do leite com baixa CCS, o rendimento do queijo Prato foi de 9,53 L para cada quilograma de queijo, indicando uma diferença de 8,08 % a mais, quando utilizado leite com elevada CCS. Quanto melhor a qualidade do leite, maior a produtividade e o rendimento de queijos.

Além da composição e qualidade do leite, algumas etapas na fabricação podem interferir no rendimento, como: homogeneização e tratamento térmico do leite; temperatura e pH do leite durante todo o processamento; tipo de coagulante utilizado; tempo de coagulação; forma de corte; firmeza de coalhada para cortar; salga e perda de umidade durante a maturação (SALES et al., 2016). Na fase de corte e mexedura da coalhada, ocorre o primeiro ponto de desidratação, sendo que a rapidez do corte,

o tamanho dos grãos, a intensidade da agitação logo após o corte e a elevação da temperatura de cozimento da massa podem influenciar de forma negativa no rendimento do queijo, promovendo perdas de gordura e proteínas no soro, além de afetar a extensão da sinérese da coalhada (KINDSTEDT; KIELY; GILMORE, 1992; MCMAHON; OBERG, 1998). Também como parte do processo de fabricação, a salga em salmoura promove uma redução de peso pela perda de umidade que corresponde em média o dobro da quantidade de sal absorvido pelo queijo (FOX et al., 2000).

As condições de armazenamento do leite (tempo prolongado em temperatura ambiente e / ou resfriamento), excesso de agitação e bombeamento de leite, falta de cloreto de cálcio adicionado ao leite destinado à produção de queijo e sistemas inadequados de medição e calibração de equipamentos, são fatores que também podem influenciar no rendimento das fabricações de queijos (SALES et al., 2016).

Ao falar de rendimento, normalmente se pensa na relação litros de leite por quilograma de queijo. Entretanto, avaliar o rendimento levando em consideração a umidade do queijo, não indica exatamente o rendimento em constituintes do leite retidas na coalhada. Um alto teor de umidade pode determinar um alto rendimento úmido, mas não significando que a coalhada contenha uma alta concentração de sólidos, como gordura e proteína. (VASCONCELOS et al., 2004). A melhor forma para calcular o rendimento é por meio das fórmulas descrita por Alves et al. (2013), utilizando kg de queijo produzido por 100 kg de leite e rendimento ajustado, baseando-se nos valores de sal e na umidade desejados para cada tipo de queijo.

Desta forma, as fórmulas são eficazes para determinar se está acontecendo algum problema na fabricação, mas não determina exatamente qual o problema. As fórmulas podem ser usadas para prever rendimentos de uma nova formulação de leite ou para queijos de diferentes composições, comparar o rendimento previsto e o real como ferramenta de controle, ajustar um rendimento observado a um rendimento constante e com isso, avaliar a eficiência da produção de queijos (EMMONS; MODLER, 2010).

Nota-se que a porcentagem de gordura total do leite recuperada para o queijo, aumenta significativamente quando aumentado o nível de proteína do leite e conseqüentemente ocorre uma redução na porcentagem de gordura perdida no soro do leite. Desta forma, o uso da relação caseína/gordura se torna um método eficaz para aumentar o rendimento na fabricação de queijos (GUINEE; O'KENNEDY; KELLY, 2006).

### 3.5 Relação caseína/gordura

Como descrito por Margolies et al. (2017), a composição do leite varia por vários motivos. Essa variação faz com que ocorra uma desuniformidade na textura e em outros aspectos sensoriais, além de diminuir o rendimento de fabricação dos queijos ao longo do ano. Dessa forma, aumentar o rendimento e produzir um produto de qualidade uniforme em qualquer época do ano é um desafio para as indústrias de laticínios (COSTA JÚNIOR; PINHEIRO, 1999).

A recuperação de gordura do leite para o queijo, é em média de 90% para diversos tipos de queijos, tendo uma variação entre 85% e 93% dependendo de fatores tecnológicos na produção (SPADOTI et al., 2003). Durante a fabricação de queijos, ocorre uma perda de gordura na separação da massa e do soro. Em alguns queijos, essa perda pode aumentar, dependendo do teor de gordura do leite e das tecnologias presentes no processo de fabricação (FRANCOLINO et al., 2010).

A caseína presente no leite tem um papel extremamente importante no rendimento da fabricação dos queijos, pois possui a capacidade de aprisionar os demais constituintes do leite durante a formação do coágulo. Com isso, um aumento do teor de proteína, em específico a caseína, resulta em um aumento da cifra de transição de todos os constituintes do leite para o queijo, conseqüentemente aumentando o rendimento da fabricação (RIBEIRO, 1996).

A gordura é um componente facilmente removido ou adicionada ao leite. Já as proteínas, em específico a caseína, é difícil manipular e exige altos investimentos em processos para sua remoção ou concentração. Uma das opções tecnológica mais utilizada é a ultrafiltração para concentrar os sólidos do leite. O resultado desse processo é uma fração rica em proteínas que pode ser adicionada no leite para a fabricação dos queijos e proporciona uma uniformidade da composição do leite, aumento da produção de queijo e reduz perdas de constituintes no soro (McSWEENEY, 2007).

O aumento do teor de proteína do leite elimina a necessidade da separação de gordura pelo desnatado pois a rede de caseína formada na coagulação, tem a capacidade de reter mais gordura. Uma vez que a relação caseína/gordura está ajustada é observado uma melhora no rendimento de fabricação dos queijos (FRANCOLINO et al., 2010).

Os queijos apresentam especificações mínimas quanto ao teor de gordura, que são estabelecidas como padrões de identidade, qualidade e influenciam diretamente nas características dos queijos. Se essa relação caseína/gordura do leite estiver significativamente menor que o nível esperado para a fabricação de cada tipo de queijo, ocorrerá altas perdas de gordura no soro (FRANCOLINO et al., 2010). O ajuste da relação caseína/gordura é um fator que determina o teor de gordura do queijo, influencia diretamente a sinérese da coalhada e a umidade do queijo (WALSTRA; WOUTERS; GEURTS, 2006).

Segundo Costa Júnior; Pinheiro (1999), a utilização da relação caseína/gordura permite a padronização da qualidade pois diminui as diferenças em virtude das variações sazonais dos componentes do leite. Maiores recuperações de gordura foram obtidas no queijo Cheddar quando utilizado a relação caseína/gordura na fabricação (GUINEE et al., 2007).

A diferença do teor de gordura e, portanto, na relação caseína/gordura que ocorrem normalmente nos leites, têm influências marcantes não só na composição, mas também na funcionalidade e atributos sensoriais dos queijos (SAMEEN; SATTAR; HUMA, 2016). Quanto às características funcionais do queijo Mussarela fabricado com leite de búfala, Guinee e O'callaghan (2013), concluíram uma influência em sua funcionalidade e características sensoriais, determinando uma melhor relação caseína/gordura para os atributos testados.

Segundo Tunick e Shieh (1995), a quantidade de óleo livre liberada também depende da interação entre a gordura e a caseína. Quando a gordura está associada com a rede de caseínas do queijo, se torna mais difícil a coalescência e conseqüentemente uma menor formação de óleo livre.

Embora a relação caseína/gordura seja muito importante para manter as características sensoriais, corpo e a textura do queijo, ainda não há um padrão estabelecido de relação caseína/gordura para todos os queijos (KUMAR; KANAWJIA; KUMAR, 2011). Costa Júnior e Pinheiro (1999) avaliaram a influência da relação caseína/gordura nas características sensoriais do queijo Prato, utilizando as seguintes relações: 0,68; 0,71; 0,74; 0,77 e 0,80. Os autores concluíram pelo teste de aceitação sensorial, que houve uma preferência pelos queijos com menor relação caseína/gordura, ou seja, aqueles com maior teor de gordura.

A padronização do leite ajustando a relação caseína/gordura proporciona queijos com composição físico-química definida e em concordância com os padrões

de identidade e qualidade para cada variedade de queijo de acordo com as necessidades e formas de consumo (FARKEY, 2004).

A técnica de padronização da caseína/gordura é precisa e eficaz nas fabricações de queijos, entretanto, necessita da estimativa do teor de caseína do leite cru (McSWEENEY, 2007). A determinação da caseína do leite é feita pelo Método Formol, que é uma análise que apresenta baixo custo, rápida execução e aplicabilidade à realidade das indústrias de laticínios, o que justifica então a sua implantação como técnica de melhoria do processamento nas indústrias produtoras de queijo (OLIVEIRA; SEGHETO; FURTADO, 2006).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização

O processamento do queijo Prato foi realizado no Núcleo Industrial do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, situada em Juiz de Fora, Minas Gerais.

As análises físico-químicas dos queijos, além das análises de textura, microbiológicas, óleo livre em queijo, fatiabilidade, cor e avaliação da capacidade de derretimento dos queijos Prato obtidos durante a realização do trabalho foram conduzidas nos laboratórios de pesquisa da EPAMIG ILCT. A análise sensorial (teste de aceitação) foi conduzida no laboratório de análise sensorial da EPAMIG/ILCT.

### 4.2 Desenho Experimental

O experimento foi conduzido em delineamento em parcelas subdivididas no tempo, composto por três tratamentos (relação caseína/gordura), quatro tempos (2, 15, 30 e 45 dias de estocagem refrigerada) e quatro repetições. Para as análises realizadas em um só tempo, foi utilizado o delineamento em blocos (Figura 2).

Figura 2. Esquema Desenho Experimental.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Foram realizados testes preliminares para verificar o teor de caseína do leite e a necessidade da sua correção. Se o teor de caseína estivesse menor que 2,4%, esse seria corrigido com concentrado proteico do leite, para alcançar o valor de 2,4%. Esse teor foi determinado como um valor intermediário do teor médio de caseína do leite no

Brasil e na Europa, respectivamente, 2,2% e 2,6%. Após a determinação do teor de caseína do leite foram, realizados pré-testes com fabricação de queijo para definir as três relações caseína/gordura (tratamentos), que estão compreendidas entre 0,68 e 0,78, de acordo com o trabalho realizado com queijo Prato por Costa Júnior; Pinheiro (1999).

Após essas definições, o leite para fabricação dos queijos do trabalho foi corrigido para alcançar as relações caseína/gordura de 0,68, 0,72 e 0,76, com adição de creme de leite a 50% (m/v) de gordura. Posteriormente à padronização, o leite foi pasteurizado para o início da fabricação dos queijos. O mesmo leite foi utilizado na fabricação dos três tratamentos, com o diferencial da padronização da relação caseína/gordura.

Os queijos Prato fabricados foram embalados 24 horas após a secagem. Amostras de soro, leite e queijo foram coletadas e analisadas para 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 de ambos os tratamentos foram submetidos às análises físico-químicas, derretimento, óleo livre em queijo, perfil de textura, cor e fatiamento nos tempos 2, 15, 30 e 45 dias de estocagem refrigerada, conforme detalhado na Tabela 2. As análises microbiológicas foram realizadas com 30 dias e posteriormente as sensoriais foram conduzidas após a comprovação da inocuidade dos queijos.

Tabela 2. Número de repetições (fabricações), tempos avaliados e as análises que foram realizadas nesse projeto.

Análises no queijo	Número de Repetições				
		2	15	30	45
Composição centesimal	4	X			
pH e atividade de água	4	X	X	X	X
Índice de proteólise	4	X	X	X	X
Derretimento	4	X	X	X	X
Óleo livre em queijo	4	X	X	X	X
Fatiabilidade	4	X	X	X	X
Teste de aceitação	4			X	

Perfil de textura	4	X	X	X	X
Cor	4	X	X	X	X
Análises microbiológicas	4			X	

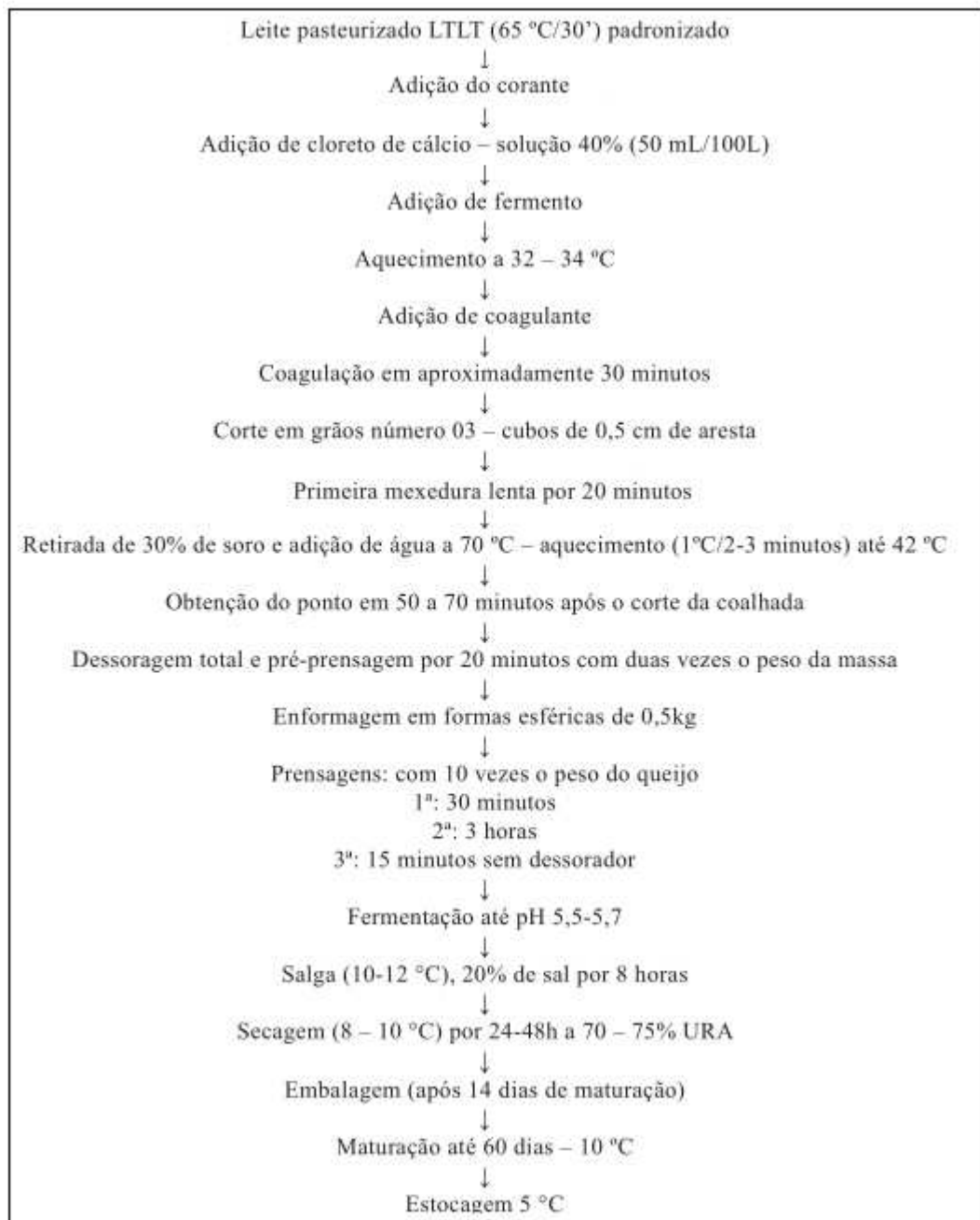
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

### 4.3 Tecnologia de fabricação do Queijo Prato

Os queijos Prato foram fabricados utilizando a tecnologia apresentada na Figura 3, descrita por Sobral et al. (2014) utilizando as relações caseína/gordura de 0,68, 0,72 e 0,76, definidas nos pré-testes. O teor de caseína do leite foi determinado pelo método do formol (PEREIRA et al., 2001) e a partir disso, para alcançar a relação caseína/gordura, o leite foi corrigido com creme de leite a 50% m/v de gordura. Após a padronização, o leite foi pasteurizado para início da fabricação dos queijos. O mesmo leite foi utilizado na fabricação dos três tratamentos, com o diferencial da padronização da relação caseína/gordura.



Figura 3. Fluxograma da fabricação do queijo Prato.



Fonte: Sobral et al. (2014).

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

As amostras de leite cru foram avaliadas em relação à:

- Teor percentual (m/v) de gordura: Método butirométrico (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/v) de caseínas: método formol (PEREIRA et al., 2001).

As amostras de leite dos tratamentos foram avaliadas em relação à:

- Acidez Titulável: Realizado pelo método titrimétrico com solução de NaOH 0,1 mol/L, o resultado dado em % (m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido láctico (BRASIL, 2006);
- pH: Realizado por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- Densidade a 15 °C: Realizado por meio de um termolactodensímetro (BRASIL, 2006).
- Teor percentual (m/v) de proteína verdadeira: 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 para conversão de nitrogênio em proteína foi de 6,38;
- Extrato Seco Total: Método gravimétrico em estufa 102 °C ± 2 °C (BRASIL, 2006).

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

As amostras dos soros foram coletadas 10 minutos após o corte da coalhada e analisadas quanto a:

- Acidez Titulável: Utilizado o método titrimétrico com solução de NaOH 0,1 mol/L, o resultado dado em % (m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido láctico (BRASIL, 2006);
- pH: Realizada por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/v) de proteína verdadeira: 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 para conversão de nitrogênio em proteína foi de 6,38;
- Teor percentual (m/v) de gordura: Método butirométrico (BRASIL, 2006);
- Densidade a 15 °C: Realizada por meio de um termolactodensímetro (BRASIL, 2006).

#### **4.6 Amostragens dos queijos durante a estocagem**

Os queijos foram coletados aleatoriamente de cada lote para análises físico-químicas, perfil de textura, propriedades funcionais, cor, proteólise e análises microbiológicas. O processo de preparo de amostra foi realizado segundo Brasil (2006).

##### **4.6.1 Análises físico-químicas dos queijos Prato**

Os queijos foram analisados nos tempos de dois dias de estocagem em cada repetição, quanto aos seguintes aspectos:

- Teores percentuais (m/m) de Umidade e Sólidos Totais: Método gravimétrico em estufa a  $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 2006);
- Teor percentual de gordura: Método butirométrico (BRASIL, 2006) para determinar a Gordura no Extrato Seco (GES) = teor de gordura/extrato seco; a Umidade na massa desengordurada do queijo (UMDQ) =  $(100 \times \text{teor de umidade}) / 100 - \text{teor de gordura}$ ;
- Nitrogênio total: Método Kjeldahl, conforme descrito por Pereira et al. (2001) para se calcular teor percentual de proteína: com base no teor de nitrogênio total, conforme descrito na seção 6.036 da A.O.A.C. (1984). O fator utilizado foi de 6,38;
- Teor percentual de resíduo mineral fixo (cinzas) (BRASIL, 2006);
- Teor percentual de cloretos (PEREIRA et al. 2001).

Nos tempos 2, 15, 30 e 45 dias de estocagem refrigerada, os queijos foram analisados quanto:

- Índice de extensão de proteólise: Os teores de nitrogênio total (NT) e de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS) dos queijos foram determinados pelo método Kjeldahl, segundo Pereira et al. (2001). O índice de extensão da proteólise foi calculado pela relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e a porcentagem de nitrogênio total (Equação 1).

$$\text{Índice de extensão} = \frac{\text{Nitrogênio solúvel em pH 4,6} \times 100}{\text{Nitrogênio total}} \quad (1)$$

- Índice de profundidade de proteólise: O índice de profundidade da proteólise foi calculado pela relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% e a porcentagem de nitrogênio total (Equação 2).

$$\text{Índice de profundidade} = \frac{\text{Nitrogênio solúvel TCA 12\%} \times 100}{\text{Nitrogênio total}} \quad (2)$$

- Atividade de água por meio da leitura direta no equipamento Aqualab® série 3, marca Decagon;

- pH: Realizada por meio de leitura em medidor de pH calibrado (BRASIL, 2006).

#### 4.6.2 Rendimento

Amostras de soro, leite e queijo foram coletadas e analisadas para estudo do rendimento de fabricação, com registro da massa de cada um destes itens. O rendimento ajustado e a recuperação dos componentes do leite foram calculados conforme descrito por Alves et al. (2013). O rendimento dos queijos foi calculado de acordo com a equação 3.

$$\text{Rendimento (kg queijo/100 kg de leite)} = \frac{\text{massa de queijo obtida}}{\text{massa de leite utilizada}} \quad (3)$$

O rendimento ajustado (RAJ) foi calculado com a utilização do teor de sal e umidade desejada no queijo Prato, de 1,2% e 42% respectivamente, de acordo com a Equação 4.

$$\text{RAJ} = \frac{(\text{rendimento}) \times (100 - (\% \text{ umidade real} + \% \text{ sal real}))}{100 - (\% \text{ umidade desejada} + \% \text{ sal desejada})} \quad (4)$$

A Recuperação de gordura (RG) ou proteína (RP) do soro e do queijo foram calculadas de acordo com a equação 5. A amostra apresentada na equação pode ser representada pelo teor da proteína ou gordura do soro ou do queijo.

$$\text{RG ou RP} = \frac{\text{massa da amostra} \times \% \text{ do componente da amostra}}{\text{massa leite} \times \% \text{ componente leite}} \times 100 \quad (5)$$

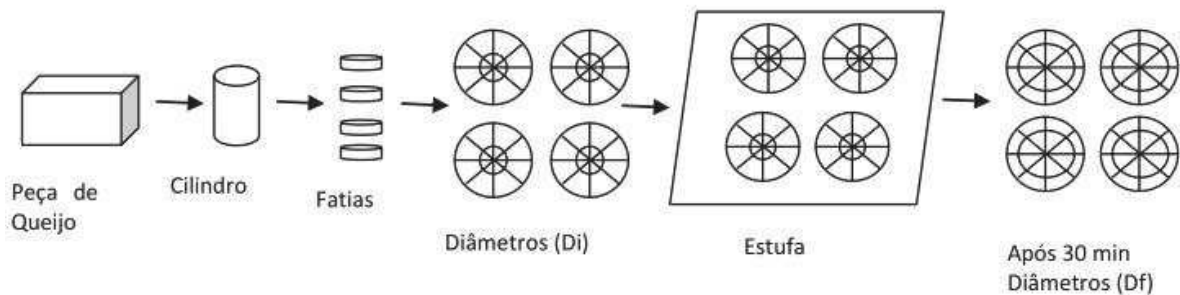
#### 4.6.3 Avaliação da capacidade de derretimento dos queijos Prato

A capacidade de derretimento foi determinada pelo método modificado de Schreiber, conforme descrito por Kosikowski (1982), sendo realizada em quadruplicata nos queijos com 2, 15, 30 e 45 dias de estocagem refrigerada.

O teste consiste em retirar da peça do queijo um cilindro de aproximadamente 36 mm de diâmetro. Com o auxílio de um fatiador foram obtidos discos com 7 mm de espessura. Foram utilizadas quatro fatias, obtidas da região mais interna da peça, sendo cada uma colocada no centro de uma placa de Petri, devidamente dividida em

8 áreas iguais através de diâmetros. Foram medidos 4 diâmetros iniciais de cada amostra ( $D_i$ ) e, então, as placas com as amostras foram dispostas em uma estufa a  $107^\circ\text{C}$  por 7 minutos. Posteriormente as placas foram mantidas por 30 minutos a temperatura ambiente e os diâmetros finais de cada amostra derretida foram medidos novamente ( $D_f$ ), conforme esquema da Figura 4.

Figura 4. Esquema da análise de derretimento.



Fonte: Nonogaki; Monteiro; Gigante, 2007.

A capacidade de derretimento foi calculada usando a seguinte equação:

$$CD(\%) = ((D_f^2 - D_i^2) \times 100) / D_i^2$$

Onde:

CD: capacidade de derretimento.

$D_f$ : diâmetro final.

$D_i$ : diâmetro inicial.

#### 4.6.4 Formação de óleo livre

A formação de óleo livre foi avaliada em todos os tempos, em duplicata, pelo método de Gerber modificado, conforme Kindstedt e Fox (1991). Os resultados foram expressos em função da porcentagem de gordura do queijo, de acordo com as equações abaixo:

$$\% \text{ óleo livre} = \frac{\% \text{ óleo livre do queijo} \times 100}{\% \text{ gordura do queijo}}$$

$$\text{Sendo, } \% \text{ óleo livre do queijo} = \frac{\text{gordura medida na escala do butirômetro}}{2}$$

#### 4.6.5 Avaliação do fatiamento dos queijos Prato

As amostras submetidas à avaliação da capacidade de derretimento também foram avaliadas quanto ao fatiamento, nos queijos com 2, 15, 30 e 45 dias de estocagem refrigerada.

Com auxílio de fatiador manual constituído de aço inoxidável, as amostras previamente mantidas à temperatura de 11°C – 13°C foram fracionadas em fatias de aproximadamente 2 mm de espessura, observando-se durante a operação se haveria aderência do queijo na lâmina do equipamento (NEPOMUCENO, 2012).

#### **4.6.6 Análise do perfil de textura dos queijos**

A textura foi avaliada pela análise do perfil de textura (TPA) dos queijos, utilizando um Texturômetro CT3 Textura Analyzer (Brookfield, Middleboro, USA). Para o preparo das amostras, foram retirados seis cubos de 20 mm de aresta não sendo utilizados o centro e as bordas. Os cubos foram embalados e mantidos sob refrigeração a 12 °C, por pelo menos 1h e 30 min antes do início dos testes. Durante os ensaios, as amostras foram comprimidas a 30%, velocidade do teste 1mm/s, célula de carga de 4500g, por um cilindro de 50,8 mm de diâmetro e 20 mm de largura. A textura foi determinada instrumentalmente, em sextuplicata, pela análise do perfil de textura (TPA - Texture Profile Analysis). A análise do Perfil de Textura dos queijos foi realizada nos dias 2, 15, 30 e 45 dias de estocagem em cada repetição. Os parâmetros medidos foram: dureza, mastigabilidade, adesividade, elasticidade, coesividade e corte.

#### **4.6.7 Avaliação da cor**

A cor dos queijos foi avaliada pelo sistema CIE L\* a\* b\*, por meio do espectrofotômetro CM-5, com abertura inferior (Konika Minolta, Sensing Americas, Inc.), com calibração automática do padrão branco (refletância)/100%. O tipo de medição adotada para avaliação da cor dos queijos foi a refletância. Os parâmetros usados no teste foram: faixa de comprimento de onda de 360 nm até 740 nm, área de medição LAV (diâmetro 30mm) e componente especular para SCI (componente especular incluído). Os componentes utilizados foram: máscara de medição (para miniplaca de Petri): CM-A158 e placa de petri CM-A128.

#### **4.6.8 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas realizadas aos 30 dias de maturação foram:

- Contagem de coliformes a 30°C e a 45°C – PetrifimColiformCount Plate, 3M, NMUSA (AOAC 991.14 – Contagem de Coliformes e *E. coli* em alimentos, película Reidratável Seca);

- Contagem de *Staphylococcus aureus* – PetrifimStaph Express Count Plate, 3M, NM-USA (AOAC 2003.08 – Método para Contagem de *Staphylococcus aureus* em Laticínios).

#### **4.6.9 Análise sensorial**

De posse do parecer do comitê de ética 5147 – UFJF Universidade Federal de Juiz de Fora - MG e cadastro na Plataforma Brasil nº 15517219.4.0000.5147, foi realizada uma análise sensorial, para verificar a aceitação dos consumidores aos queijos, comparando as três metodologias utilizadas.

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) para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão geral, com 120 avaliações no tempo de 30 dias de maturação. Foram utilizados provadores não treinados e selecionados aleatoriamente, representando os consumidores potenciais deste tipo de queijo. Na análise sensorial, o queijo foi oferecido em cubos de 3x3x3 cm, juntamente com um copo com água e um biscoito salgado.

As respostas dos provadores foram transformadas em valores numéricos, para análise estatística dos resultados.

Figura 5. Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o queijo Prato.

<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 (2021).

#### 4.7 Análise estatística

O delineamento utilizado foi em parcelas subdividas no tempo, sendo o tratamento considerado como fator principal, e o tempo, como subfator. Apenas para a análise sensorial, rendimento e composição físico-química realizada em um só tempo foi utilizado delineamento em blocos. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey com significância ( $P < 0,05$ ) por meio do programa estatístico "R" (FERREIRA, 1999).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análises físico-químicas do leite cru

A Tabela 3 apresenta os valores médios de composição físico-química encontrados para o leite utilizado nas fabricações dos queijos Prato de cada tratamento.

Tabela 3. Composição físico-química média do leite utilizado na fabricação dos queijos Prato (média  $\pm$  DP).

Análises	Tratamento (Relação caseína/gordura)		
	0,68	0,72	0,76
Umidade%(m/v)	87,50 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	87,53 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	87,94 $\pm$ 0,34 <sup>a</sup>
Proteína%(m/v)	3,42 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	3,40 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	3,44 $\pm$ 0,33 <sup>a</sup>
Caseína%(m/v)	2,44 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,44 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,44 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
Gordura%(m/v)	3,6 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	3,4 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	3,2 $\pm$ 0,00 <sup>c</sup>
Densidade a 15° C (g/mL)	1032,4 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	1033,2 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	1032,2 $\pm$ 1,27 <sup>a</sup>
pH	6,41 $\pm$ 0,43 <sup>a</sup>	6,48 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>	6,46 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>
Acidez titulável*	0,16 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,16 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ) \*(m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido lático. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A análise de variância (ANOVA) não indicou diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) para os seguintes aspectos físico-químicos analisados: umidade, proteína, caseínas, densidade, pH e acidez titulável. Somente os teores de gordura apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) devido à padronização da gordura do leite em função da variação das relações caseína/gordura avaliadas no trabalho.

A padronização no teor percentual de gordura (% m/v) do leite em função do teor percentual de caseína (% m/v) tem como objetivo evitar variações drásticas no conteúdo de % (m/v) de gordura no extrato seco (GES) do queijo, o que é importante para manter as características típicas do produto e suas propriedades funcionais, além de evitar a perda destes constituintes no soro.

O leite utilizado na fabricação do queijo Prato nos três tratamentos apresentou a mesma composição físico-química devido ao fato de ser oriundo do mesmo lote de matéria prima e do mesmo tanque de estocagem. As amostras do leite para análise de composição foram retiradas após a etapa de padronização da gordura, de acordo com a relação caseína/gordura desejada. Todos os constituintes analisados encontram-se dentro do padrão estabelecido pela Instrução Normativa nº 76, de 26 de Novembro de 2018 (IN 76), classificando os leites como aptos a serem empregados nas fabricações dos queijos Prato (BRASIL, 2018).

A determinação dos constituintes do leite por meio das análises físico-químicas é importante pois influencia diretamente nas propriedades físicas do leite e de seus derivados e desta maneira, assegurar a qualidade do produto final, além de influenciar diretamente no rendimento na fabricação dos queijos. Os constituintes do leite podem variar de acordo com a raça, idade do animal, período de lactação, alimentação e a sazonalidade (MARGOLIES et al., 2017).

## 5.2 Análises físico-químicas do soro

A Tabela 4 apresenta os valores médios de composição físico-química encontrados para o soro de leite oriundo das fabricações dos queijos Prato de cada tratamento.

Tabela 4. Composição físico-química média do soro das fabricações de queijo Prato com 3 diferentes relações de caseína/gordura (média  $\pm$  DP).

Análises	Tratamento (Relação caseína/gordura)		
	0,68	0,72	0,76
Umidade%(m/v)	93,95 $\pm$ 0,86 <sup>a</sup>	94,14 $\pm$ 1,40 <sup>a</sup>	94,12 $\pm$ 0,98 <sup>a</sup>
Proteína%(m/v)	1,02 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	0,95 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	1,03 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>
Gordura%(m/v)	0,5 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,5 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,5 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
Densidade a 15° C (g/mL)	1026,8 $\pm$ 0,71 <sup>a</sup>	1027,2 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	1027,0 $\pm$ 0,79 <sup>a</sup>
pH	6,58 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	6,53 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	6,46 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>
Acidez titulável*	0,100 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,100 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	0,100 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ) \*% (m/v) de compostos de caráter ácido expressos como ácido láctico. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Não foi possível detectar diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na composição e características do soro dos três tratamentos testados devido à padronização da tecnologia de fabricação e da coleta das amostras, sendo retirada sempre no término da primeira mexedura de 20 minutos.

A análise do soro de queijo é utilizada para estimar a perda de constituintes e a atividade do fermento láctico. Segundo Munck (2006) o soro de queijo deve apresentar valores médios entre 0,3% e 0,5% (m/v) de gordura. A perda em excesso desse componente para o soro é um indicativo de que a relação caseína/gordura e os processos de fabricação não estão padronizados adequadamente. Os resultados de gordura encontrados estão dentro da faixa esperada e não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os três tratamentos testados.

Segundo Munck (2006), a acidez do soro deve ser em média 2/3 daquela encontrada no leite que deu origem ao queijo, para demonstrar controle do processo produtivo. Dessa maneira, tem-se que os valores médios encontrados nesse estudo estão de acordo com o valor sugerido pelo autor.

Observa-se uma semelhança nos valores de composição média do soro, apresentados por Oliveira, Bravo e Tonial (2014) para: umidade (93% m/v), proteína (0,9% m/v) e gordura (0,5% m/v). Os valores de pH, densidade e acidez titulável foram semelhantes aos detectados por Morr (1990) e Carvalho (2006), em estudos de amostras de soro de queijos, em que estes foram, respectivamente, 6,1 - 6,5, 1,027 g/mL - 1,030 g/mL e menores que 0,4.

Os resultados obtidos nesse estudo também foram semelhantes com os apresentados por Sobral et al. (2014) ao avaliar o soro oriundo das fabricações de queijos Pratos, apresentando para gordura 0,53% a 0,62% (m/v), para proteína bruta 0,95% a 1,02% (m/v), densidade a 15 °C de 1027,3 (g/mL) a 1027,7 (g/mL), pH de 6,44 a 6,47 e umidade (% m/v) variando de 92,95% a 93,02% (m/v).

### 5.3 Análises físico-químicas dos queijos Prato

Nesta fase, objetivou-se verificar a composição dos queijos fabricados com três diferentes relações caseína/gordura, compreendidas dentro da faixa de relações caseína/gordura utilizadas no trabalho realizado com queijo Prato por Costa Júnior; Pinheiro (1999): 0,68; 0,72; 0,76. A Tabela 5 apresenta os valores médios de composição centesimal encontrados para cada tratamento do queijo Prato com dois dias após a fabricação.

Tabela 5. Composição centesimal dos queijos Prato produzidos com diferentes relações caseína/gordura (média  $\pm$  DP).

Constituintes	Tratamento (Relação caseína/gordura)		
	0,68	0,72	0,76
Umidade%(m/m)	44,63 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	45,70 $\pm$ 2,25 <sup>a</sup>	44,42 $\pm$ 1,93 <sup>a</sup>
Gordura%(m/m)	27,37 $\pm$ 0,75 <sup>a</sup>	26,12 $\pm$ 1,03 <sup>a</sup>	26,00 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup>
Proteína%(m/m)	21,94 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	22,45 $\pm$ 0,84 <sup>a</sup>	22,47 $\pm$ 1,30 <sup>a</sup>
GES%(m/m)*	49,44 $\pm$ 1,45 <sup>a</sup>	48,19 $\pm$ 2,91 <sup>a</sup>	46,79 $\pm$ 0,99 <sup>a</sup>
RMF%(m/m)**	3,07 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	3,10 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	3,09 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>
Cloretos%(m/m)	0,73 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	0,79 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	0,80 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>
Sal na umidade%(m/m)	1,60 $\pm$ 0,52 <sup>a</sup>	1,69 $\pm$ 0,62 <sup>a</sup>	1,76 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si (P > 0,05);

\*GES - gordura no extrato seco

\*\*RMF - resíduo mineral fixo

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Todos os constituintes de composição analisados não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), ou seja, a alteração das relações caseína/gordura avaliadas nesse trabalho não alterou significativamente a composição centesimal do queijo Prato.

Este resultado é importante pois ao alterar a relação caseína/gordura no leite para as fabricações dos queijos Prato, pretende-se permanecer com os mesmos parâmetros de qualidade do produto padrão. Ou seja, comparando-se os tratamentos, objetiva-se obter similaridade nos parâmetros de qualidade que se averigua por meio das análises físico-químicas realizadas nos queijos.

A umidade nos alimentos é um parâmetro extrema importância pois relacionado à atividade de água, influencia na vida de prateleira dos alimentos (COELHO, 2007). Nos queijos, o teor de umidade influencia não só na qualidade, mas também na textura e no sabor (FOX; McSWEENEY, 2004; McSWEENEY, 2007), sendo, portanto, de grande importância para o desenvolvimento das características típicas e propriedades funcionais do mesmo.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do queijo Prato (BRASIL, 1997) classifica-os de acordo com a portaria nº 146 de 1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como um queijo de média umidade (entre 36,0% e 45,9%) (BRASIL, 1996). Pelos resultados encontrados, os queijos dos três tratamentos estão em conformidade com a legislação quanto ao teor de umidade e não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). O fato de não ter apresentado diferença significativa entre os tratamentos avaliados se deve à padronização dos processos de fabricação, incluindo: tempo de coagulação, tamanho do grão, tempo de mexedura, lavagem da massa e ao tempo que os queijos permaneceram na prensa e na câmara de secagem.

O teor de umidade está diretamente ligado ao tamanho do grão do corte da coalhada e/ou ao ponto do grão após a etapa de mexedura. O teor de umidade final para a maioria dos queijos é determinado principalmente nesta etapa dada pela taxa e duração dos processos que causam expulsão do soro contido na massa deste, incluindo o processo de moldagem nas formas e pressão aplicada com a prensagem dos queijos (DEJMEK; WALSTRA, 2004).

O teor de umidade do trabalho está de acordo com os obtidos por Moreno et al. (2002) ao analisarem amostras de queijo Prato provenientes de quatro diferentes

estados brasileiros e encontrarem a seguinte composição: umidade média de 40,68% (m/m), mínimo de 38,64% (m/m) e máximo de 44,41% (m/m).

O teor de gordura entre os tratamentos não apresentou diferença estatística entre si ( $P>0,05$ ), o que caracteriza uma homogeneidade na composição lipídica dos queijos mesmo com a variação da relação caseína/gordura do leite. O uso de relações caseína/gordura próximas pode justificar o fato dos teores de gordura dos queijos apresentarem resultados parecidos e sem grandes variações. Os valores de gordura encontrados nos queijos se relacionam com as perdas de constituintes no soro, uma vez que também não foi observado nenhuma diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados.

O teor de proteína não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) e se relacionam com as perdas de constituintes no soro, uma vez que também não foi observada nenhuma diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados.

Os valores médios de proteínas totais obtidos neste estudo foram maiores que os determinados por Sobral et al. (2014), que não usaram a relação caseína/gordura na padronização do leite e encontraram teores de 18,95%, 18,39% e 19,42% (m/m) em queijos Pratos.

O percentual de gordura e proteína impactou no GES, e todos os tratamentos se mantiveram sem diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ). O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do queijo Prato (BRASIL, 1997) classifica-o como um queijo gordo (entre 45,0% e 59,9% de GES), e pelos resultados encontrados, os queijos dos três tratamentos estão em conformidade com o regulamento técnico.

Os teores de resíduo mineral fixo (RMF) também não obtiveram diferença significativa entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). A legislação brasileira conceituam-se o RMF como as cinzas resultante da incineração da amostra do produto (BRASIL, 2005). Nos queijos, o RMF é proveniente dos minerais encontrados no leite provenientes da alimentação e se relacionam com os valores de cloretos, que também não foi observado diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados.

Não houve diferença estatística ( $P>0,05$ ) na análise de cloretos em relação aos tratamentos avaliados pois os queijos permaneceram o mesmo tempo na salga em salmoura. O fato de não haver diferença significativa no teor de cloretos dos queijos analisados, também pode ser explicado conseqüentemente pelo fato de não ter havido variação no teor de umidade, uma vez que o teor de umidade do queijo é um dos

requisitos básicos para a variação no teor percentual de cloretos (FOX et al.,2004). A quantidade de sal absorvido no queijo após salga em salmoura aumenta proporcionalmente ao teor de umidade do queijo (FOX et al., 2000).

O sal tem importantes funções na fabricação de queijos. O percentual de sal na umidade, ou seja, cloretos dissolvidos em meio aquoso, além de alterar o sabor e a textura do queijo, exerce influência sobre a atividade enzimática e executa uma função seletiva, evitando o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (FURTADO; CASAGRANDE; FREITAS, 1984)

Não houve diferença estatística ( $P>0,05$ ) na análise de sal na umidade em relação aos tratamentos avaliados. O teor de sal na umidade em queijo é determinado como a relação percentual dos teores de NaCl e de NaCl mais a água (umidade da amostra), que também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P>0,05$ ).

Por ser um produto muito consumido em todo o país e produzido em larga escala, a tecnológica de fabricação do queijo Prato é bem estabelecida, tornando o produto padronizado e justificando o fato dos dados encontrados em diversos trabalhos apresentarem similaridade.

A semelhança entre os resultados físico-químicos dos queijos Prato nos tratamentos pode ser devido à padronização da fabricação. Além disso, para retirar qualquer influência externa, as fabricações dos queijos nas quatro repetições foram alternadas entre os tanques de fabricação e também quanto a ordem de realização dos tratamentos.

### **5.3.1 pH**

Analisar o potencial hidrogeniônico (pH) em queijos é relevante pois influência no sabor, textura, microbiota e no processo de maturação, na qual ocorrem reações químicas catalisadas por enzimas provindas do coalho e da carga microbiana, que dependem do pH (SOUSA et al., 2014).

A análise de variância realizada para os valores de pH encontrados para os queijos Prato nos tratamentos estudados demonstrou que não houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) no pH ao longo do período de maturação e nem entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). As médias de pH encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foi, respectivamente, de  $5,14 \pm 0,10$ ,  $5,17 \pm 0,10$  e  $5,13 \pm 0,06$ .

Esse parâmetro se relaciona com os valores de umidade, que nesse estudo também não apresentaram diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) e com isso o teor de lactose hidrossolúvel, substrato para a fermentação, pode ser considerado o mesmo entre os tratamentos, e desta forma a redução do pH pela liberação de ácido láctico na fermentação foi semelhante. Além disso, a cultura láctica utilizada nos três tratamentos foi a mesma, o que pode explicar o porquê de não ter havido alterações de pH entre os tratamentos. A variação do pH também é dependente da capacidade tamponante do queijo, devido à quantidade de proteínas e sais minerais presentes (NARIMATSU et al, 2003).

Por influenciar a ação da microbiota do fermento e conseqüentemente as reações ocorridas no processo de maturação, o pH irá influenciar no perfil de textura, que é um parâmetro muito importante na caracterização dos queijos e na aceitação dos consumidores (MEDEIROS et al., 2014). Desta forma, o pH influencia de forma indireta na capacidade de fatiar e de derretimento, que são importantes propriedades funcionais do queijo Prato, (NONOGAKI; MONTEIRO; GIGANTE, 2007)

Os resultados encontrados no trabalho estão semelhantes aos de Alves et al. (2013), que avaliaram parâmetros físico-químicos e de textura em queijos Prato feitos em escala piloto com diferentes coagulantes e apresentaram pH de 5,13 para os queijos do grupo controle após 5 dias de fabricação. Também se encontram dentro da faixa de variação apresentada por Sobral et al. (2014) que encontraram valores médios de pH de 5,46 para os queijos do grupo controle e 5,16 e 5,19 para os demais queijos Prato avaliados. Já o pH do queijo Prato light sem adição de cultura adjunta aos 5 dias de fabricação foi 5,36 (BARROS et al., 2006). Segundo Furtado (2019) a variação no pH do queijo Prato está entre 5,10 a 5,30

### **5.3.2 Atividade de água ( $A_w$ )**

A atividade de água ( $A_w$ ) é uma medida qualitativa que permite avaliar a disponibilidade de água livre que pode ser usada em diversas reações, enquanto que o teor de umidade é uma medida puramente quantitativa, expresso em teor percentual em peso, de toda água presente no alimento, tanto livre quanto ligada (SCOTT, 1957). A atividade de água nos alimentos está associada à reações bioquímicas e desenvolvimento microbiano. É um dos fatores mais importantes para a indústria de alimentos pois está associada ao desenvolvimento de microrganismos que podem modificar os alimentos e proporcionar características desejadas ou indesejadas



(CELESTINO, 2010). A redução da atividade de água associada ao sal na umidade, torna-se possível aumentar a vida de prateleira dos queijos (FOX, 1993).

Não houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na  $A_w$  entre os tratamentos avaliados e ao longo do tempo de estocagem. As médias de  $A_w$  encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram de, respectivamente,  $0,9547 \pm 0,0356$ ,  $0,9660 \pm 0,0024$  e  $0,9648 \pm 0,0074$ .

A  $A_w$  não diminui ao longo do tempo de maturação, pois os queijos foram maturados embalados, fazendo com que a umidade se mantivesse inalterada e a concentração de sal foi igual para todos os queijos avaliados devido à umidade e teor de cloretos não apresentarem diferença significativa, justificando a  $A_w$  semelhante entre os tratamentos. A  $A_w$  do queijo é influenciada principalmente, pelas condições em que se dá o processo de maturação e pelo teor de sal na umidade do queijo, ou seja, a diminuição da atividade de água durante a maturação do queijo ocorre devido à perda de água por evaporação e pela concentração do sal (COGAN, 2000; FOX e MCSWEENEY, 1998).

### 5.3.3 Índice de extensão de proteólise

A proteólise é considerada a alteração bioquímica mais complexa durante a maturação dos queijos, sendo responsável pelas mudanças de sabor e textura, por meio da hidrólise da matriz proteica. Os índices de extensão e profundidade da proteólise são elementos de grande importância para o desenvolvimento das características sensoriais dos queijos (FOX et al., 2004).

O índice de extensão de proteólise detecta os peptídeos solúveis de alta massa molecular, liberados para a fase aquosa do queijo, decorrentes da ação das enzimas naturais do leite e ação do coalho sobre as caseínas. Esse efeito proteolítico é considerado um fator indicativo primário e é obtido pela razão entre o percentual de nitrogênio solúvel em pH 4,6 pelo nitrogênio total. (WOLFSCHOON-POMBO; LIMA, 1989).

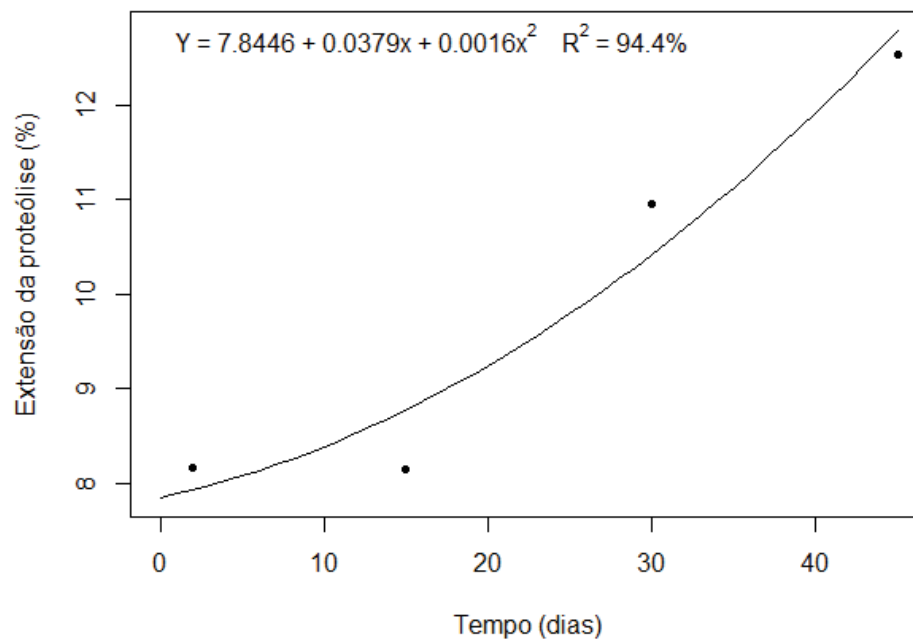
As médias de extensão de proteólise encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram de, respectivamente,  $10,04 \pm 2,22$ ,  $9,92 \pm 2,26$  e  $9,89 \pm 2,42$ . De acordo com a análise estatística, não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos. A umidade, o teor de sal na umidade, a atividade de água e o pH são fatores que influenciam diretamente na atividade proteolítica (RULIKOWSK et al., 2013). Não houve uma diferença estatística



significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos nos parâmetros citados acima, o que contribuiu para que não ocorresse diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) no índice de extensão de proteólise em relação aos tratamentos avaliados.

No entanto, houve diferença estatística significativa ao longo do tempo ( $P<0,05$ ) com o aumento do índice de extensão da proteólise. A variável extensão da proteólise apresentou tendência de aumento linear ao longo do tempo. Assim, considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas e que os modelos ajustaram-se adequadamente, eles foram agrupados em uma só curva, conforme modelo apresentado na Figura 6.

Figura 6. Índice de extensão (%) da proteólise dos queijos Prato\*



\*Resultados expressos em médias dos tempos de maturação  
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na avaliação geral, os resultados médios para extensão da proteólise dos queijos obtidos dos três tratamentos apresentaram aumento ao longo do tempo de armazenamento. O aumento do índice de extensão a partir desse período indica um possível aumento da degradação da matriz proteica provocado pela ação do coagulante residual ao longo do período de maturação, sendo este um dos maiores responsáveis pela ação da proteólise na maioria dos queijos, principalmente nos

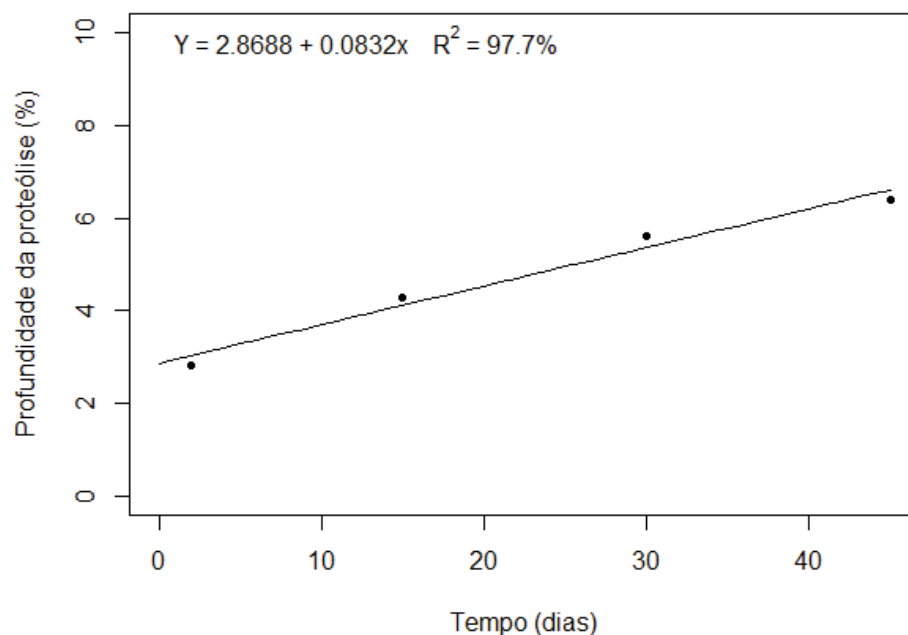
queijos com umidade elevada. Durante a fabricação dos queijos houve uma padronização da quantidade do coagulante utilizado em todos os tratamentos.

### 5.3.4 Índice de profundidade de proteólise

As médias do índice de profundidade de proteólise encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram de, respectivamente,  $4,46 \pm 1,62$ ,  $4,96 \pm 2,20$  e  $4,92 \pm 1,75$ . Também não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para o índice de profundidade da proteólise.

No entanto, houve diferença estatística significativa ao longo do tempo ( $P < 0,05$ ) com o aumento do índice de extensão da proteólise. Considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas e que os modelos ajustaram-se adequadamente, eles foram agrupados em uma só curva, conforme modelo apresentado na Figura 7.

Figura 7. Índice de profundidade (%) da proteólise dos queijos Prato\*



\*Resultados expressos em médias dos tempos de maturação  
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Observa-se que o índice de extensão da proteólise é mais pronunciado neste tipo de queijo que o índice de profundidade. 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 massa molecular. Já o índice de profundidade 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).

Assim como o coagulante, a quantidade de fermento utilizado no processo de fabricação também foi padronizada para todos os tratamentos avaliados. Assim como no índice de extensão de proteólise, a umidade, o teor de sal na umidade, a atividade de água e o pH são fatores que influenciam no índice de profundidade e não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, justificando a não diferença no índice de profundidade de proteólise nos queijos.

O resultado do índice de profundidade desse estudo são semelhantes aos apresentados por Narimatsu et al. (2003), Moreira (2018) e Alves et al. (2013) que encontraram uma elevação ao longo do tempo de maturação devido à ação proteolítica das enzimas do fermento.

#### 5.4 Rendimento

A Tabela 6 apresenta os rendimentos atual e ajustado dos queijos Prato, que não apresentaram diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados. Logo, o uso das relações caseína/gordura avaliadas não teve influência significativa sobre o rendimento atual (kg de queijo/100 kg de leite) e sobre o rendimento ajustado dos queijos.

Tabela 6. Rendimentos atual (kg queijo/100 kg de leite) e ajustado (RAJ) dos queijos Prato produzidos com diferentes relações caseína/gordura\*

Tratamentos (Relação caseína/gordura)	Rendimento atual	RAJ
0,68	11,17 ± 0,37 <sup>aA</sup>	11,17 ± 0,37 <sup>aA</sup>
0,72	10,99 ± 0,29 <sup>aA</sup>	10,98 ± 0,29 <sup>aA</sup>
0,76	10,79 ± 0,38 <sup>aA</sup>	10,79 ± 0,38 <sup>aA</sup>

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ); <sup>A,B,C</sup>

Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ )

\*Resultados expressos em média ± DP.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O rendimento ajustado (RAJ) é uma forma de padronizar o controle de produção das indústrias, considerando o teor de sal e umidade real médio e aquele pretendido nos queijos, segundo a legislação ou mesmo o padrão estabelecido pela indústria (PERRONE et al., 2010). Como não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) no teor de umidade e sal dos tratamentos avaliados, o RAJ também não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre o rendimento atual.

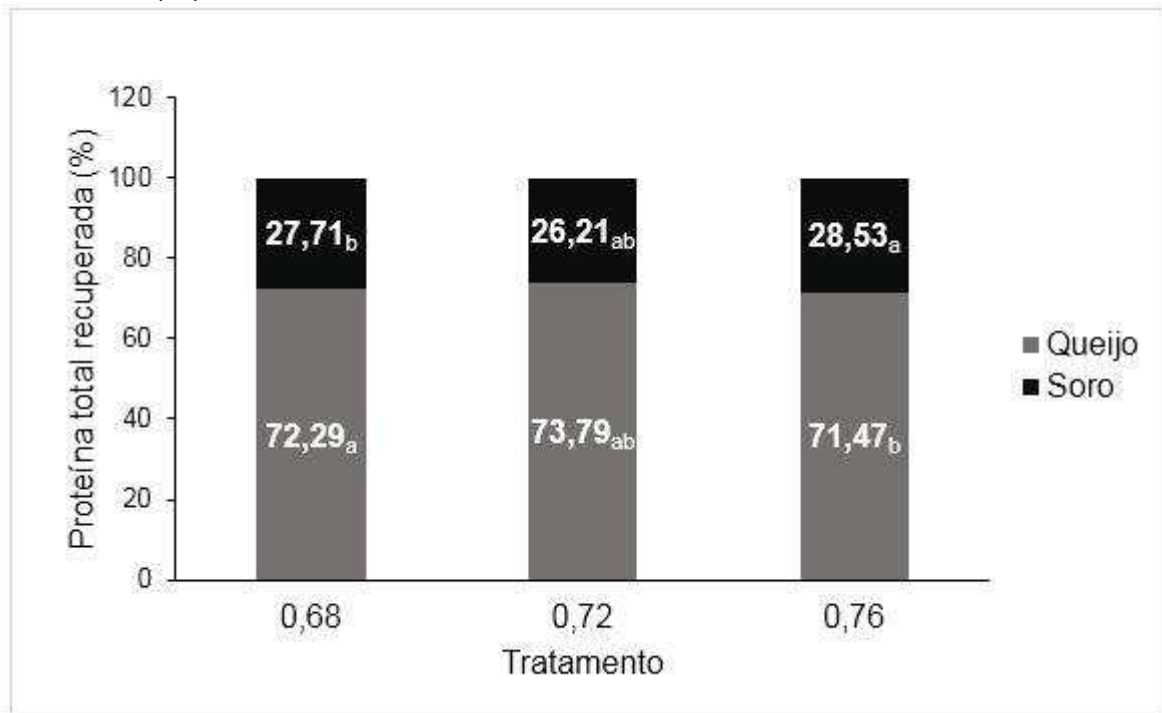
Neste trabalho foram utilizados leites do mesmo lote, variando apenas a concentração de gordura para cada relação caseína/gordura testada e todos os processos de fabricação foram padronizados para os três tratamentos avaliados, o que justifica nenhuma diferença significativa no rendimento dos queijos. O tipo e as características do queijo a ser fabricado e a composição e qualidade do leite, são fatores que influenciam no rendimento (MARGOLIES et al., 2017). Algumas etapas no processo de fabricação também podem interferir no rendimento, como: tipo de coagulante utilizado; tempo de coagulação; forma de corte; firmeza de coalhada para cortar; salga e perda de umidade durante a maturação (SALES et al., 2016).

#### **5.4.1 Recuperação de constituintes do leite para os queijos**

Durante a fabricação de queijos, ocorre uma perda de gordura na separação da massa e do soro. A taxa de recuperação desses constituintes do leite para o queijo depende do processo de fabricação empregado e pode diferir entre as fábricas de queijo (FRANCOLINO et al., 2010).

A recuperação de componentes do leite para o queijo e a perda desses componentes do leite para o soro em cada tratamento, estão expostos na Figura 10 e na Figura 8.

Figura 8. Recuperação de proteína do leite para o queijo e perda de proteína do leite para o soro (%)\*



a,b,c Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). \*Resultados expressos em média.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A recuperação de proteína do leite para o queijo e para o soro diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo que os queijos produzidos com o leite padronizado para a relação caseína/gordura 0,68 apresentaram melhor recuperação de proteína e menor perda desta para o soro, quando comparado aos queijos produzidos com leite padronizado para a relação 0,76. Entre os tratamentos 0,72 e 0,76, não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na recuperação de proteína do leite para o queijo e perda de proteína do leite para o soro.

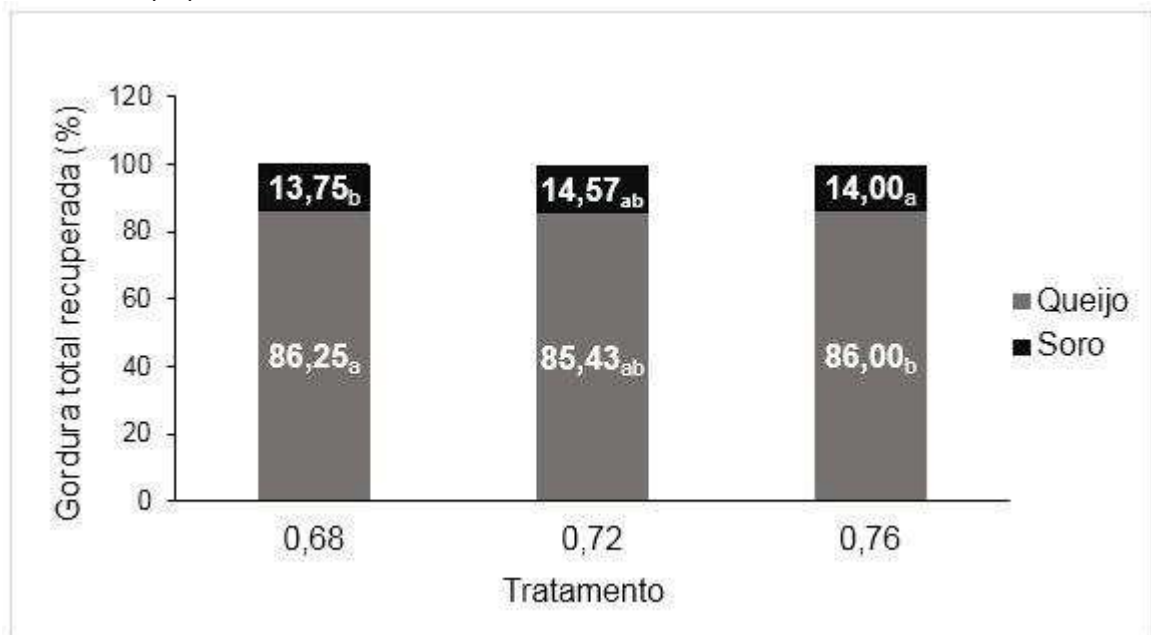
Apesar da diferença significativa nos resultados de recuperação de proteína, a composição dos queijos e do soro dos três tratamentos avaliados não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ) no teor de proteína total. Isso ocorre pois ao avaliar a recuperação dos constituintes verifica-se a quantidade percentual de proteína aproveitada no queijo proveniente do leite, enquanto que a composição centesimal avalia o valor total de proteína presente nos queijos e no soro.

Os resultados de recuperação de proteína para o queijo e a quantidade de proteína perdida no soro está de acordo com os resultados encontrados por Carvalho (2016), que comparou a produção de queijo Prato controle e tratado com  $\text{CO}_2$  e

apresentou 74,78% de proteína no queijo e 25,22% de proteína no soro de leite para o grupo controle.

No que diz respeito à gordura, observa-se na Figura 09 resultados semelhantes à recuperação de proteína, uma vez que a recuperação de gordura do leite para o queijo e para o soro diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo que os queijos produzidos com leite padronizado para a relação caseína/gordura 0,68, apresentaram melhor recuperação de gordura e menor perda desta para o soro, quando comparado aos queijos produzidos com leite padronizado para a relação 0,76. Para a indústria de laticínios, melhores recuperações de proteína e gordura tem reflexo no aumento do rendimento de fabricação e conseqüentemente aumento da lucratividade. Entre os tratamentos 0,72 e 0,76, não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na recuperação de gordura do leite para o queijo e perda de proteína do leite para o soro.

Figura 9. Recuperação de gordura do leite para o queijo e perda de gordura do leite para o soro (%)\*



a, b, c Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ). \*Resultados expressos em média.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Assim como discutido na recuperação de proteína, mesmo havendo diferença significativa nos resultados de recuperação de gordura, os queijos e o soro dos três tratamentos avaliados não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) no teor de

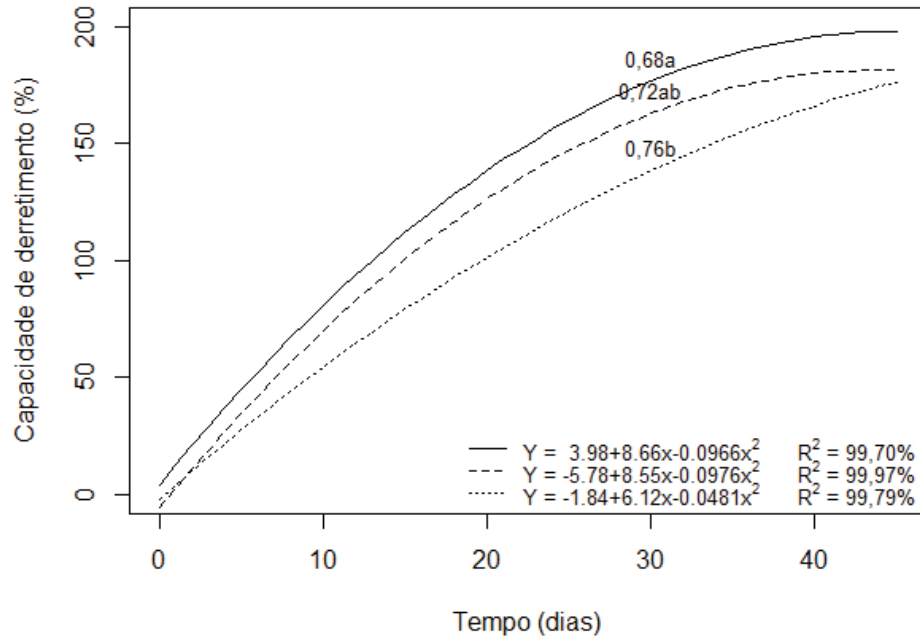
gordura. Esse resultado destaca a importância da definição da forma de avaliação do rendimento pelas fábricas de queijo, que geralmente avaliam somente o teor de gordura perdida no soro sem calcular a cifra de transição. O teor de gordura no soro analisado, às vezes, não representa a realidade, ou seja, quantidade percentual de gordura do leite que está sendo aproveitada no queijo.

Os valores de recuperação de gordura apresentados neste trabalho, estão dentro da faixa de variação normal descrita por Spadoti et al. (2003) que descreve a recuperação média de gordura do leite para o queijo Prato de 90% podendo ter uma variação entre 85% e 93% dependendo de fatores tecnológicos na produção. Ao determinar a cifra de transição dos constituintes do leite para o queijo Prato, Furtado e Wolfschoon Pombo (1979) encontraram valores de recuperação de gordura do leite para o queijo de 83,80%.

### **5.5 Avaliação da capacidade de derretimento dos queijos Prato**

Uma das propriedades funcionais mais importantes do queijo Prato é a capacidade de derretimento quando submetida ao calor. A análise de derretimento é importante visto que o consumo desse queijo é principalmente em preparações quentes, tornando-se uma propriedade importante na determinação da qualidade do queijo Prato (NONOGAKI; MONTEIRO; GIGANTE, 2007). A Figura 10 apresenta os valores médios da capacidade de derretimento encontrados para cada tratamento do queijo Prato ao longo do período de maturação.

Figura 10. Capacidade de derretimento (%) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação\*



\*Resultados expressos em médias dos tempos de maturação

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A capacidade de derretimento diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo que os queijos produzidos com o leite padronizado para a relação caseína/gordura 0,68, apresentou maior capacidade de derretimento, quando comparados aos queijos produzidos com leite padronizado para a relação 0,76. Entre os tratamentos 0,68 e 0,72, não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ). A capacidade de derretimento apresentou tendência de aumento ao longo do tempo para os três tratamentos avaliados.

A capacidade de derretimento é estabelecida como a capacidade das partículas do queijo fluírem, formando uma fase uniformemente derretida, decorrente da evaporação da água e fluidificação da gordura (WANG; SUN, 2001). É influenciada pela composição química dos queijos no momento do aquecimento, envolvendo parâmetros como teor de gordura, teor de umidade, proteólise, além das condições de aquecimento (WADHWANI; McMANUS; McMAHON, 2011).

Nota-se que tanto o índice de extensão de proteólise, quanto a capacidade de derretimento apresentaram tendência de aumento linear ao longo da maturação, e que não houve diferença na proteólise entre os tratamentos, portanto esse fator não

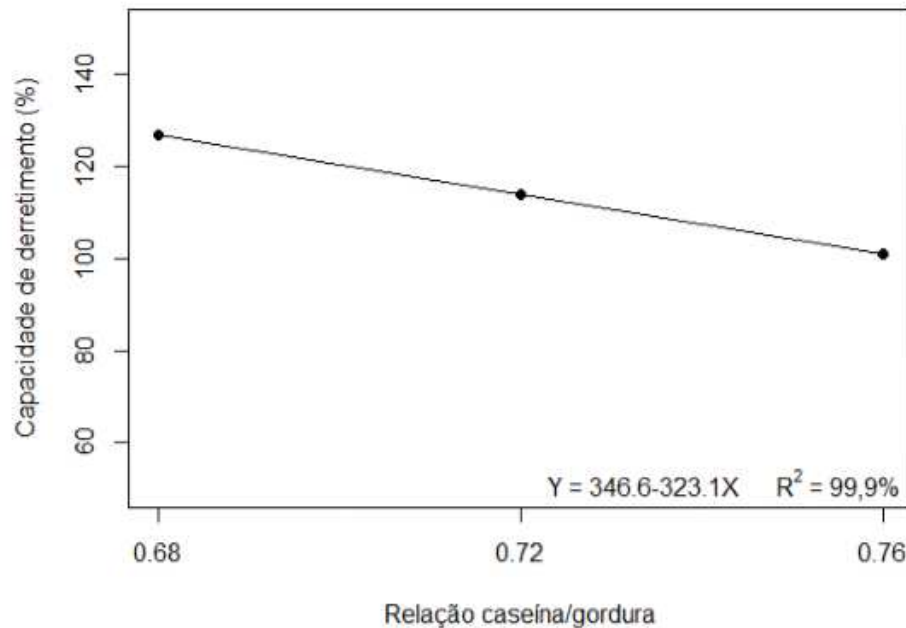


foi a principal influência na capacidade de derretimento. Embora, o aumento da capacidade de derretimento está diretamente ligado ao aumento do índice de extensão da proteólise durante a maturação devido à fragilização da matriz proteica, que faz com que o queijo perca a capacidade de manter sua estrutura durante o aquecimento (DE RENSIS; PETENATE; VIOTTO, 2009). Também o teor de umidade no queijo favorece o derretimento devido à sua influência na proteólise (FRÖHLICH-WYDER; GUGGISBERG; WECHSLER, 2009).

O queijo pode sofrer modificações na sua estrutura e essas mudanças podem estar relacionadas com o aumento do pH. O pH, que nesse estudo também não apresentou diferença estatística ( $P > 0,05$ ), também é um fator que influencia na capacidade de derretimento. Quando o pH se apresenta mais baixo, resulta em uma diminuição de cálcio por meio da desmineralização e conseqüentemente proporciona um melhor derretimento devido à menor estruturação da malha proteica dos queijos (WADHWANI; McMANUS; McMAHON, 2011).

Nesse trabalho a única variável foi o teor de gordura no leite de acordo com as relações caseína/gordura. Observa-se que não houve variações no teor de gordura dos queijos ( $P > 0,05$ ), mas houve uma melhor recuperação de gordura nos queijos fabricados com o leite padronizado com a relação caseína/gordura 0,68. A variação da relação caseína/gordura influenciou na capacidade de derretimento, uma vez que o uso da relação 0,76 (menor teor de gordura no leite utilizado para a fabricação dos queijos) apresentou uma menor capacidade de derretimento em comparação à relação 0,68 (maior teor de gordura no leite utilizado para a fabricação dos queijos). Na Figura 11 observa-se que o teor de gordura do leite utilizado na fabricação dos queijos influenciou na capacidade de derretimento no momento do aquecimento. Como a gordura desempenha um papel lubrificante entre as matrizes proteicas do queijo, um aumento do teor de gordura recuperado no queijo está associado ao aumento da capacidade de derretimento (DAI et al., 2019).

Figura 11. Capacidade de derretimento (%) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura\*



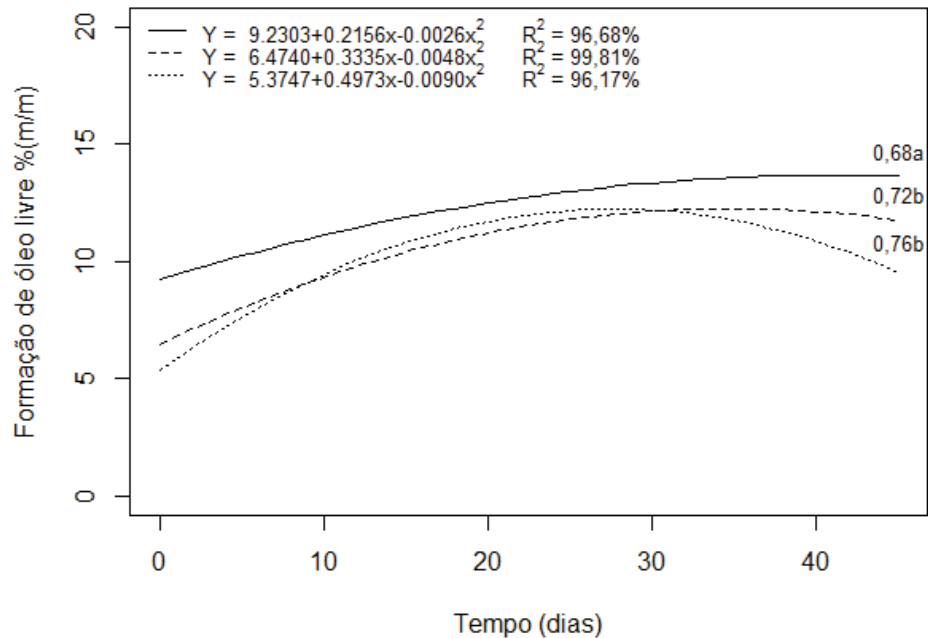
\*Resultados expressos em médias  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

## 5.6 Formação de óleo livre

A formação de óleo livre é uma propriedade funcional do queijo Prato e ocorre quando a matriz de caseína se fragiliza durante o aquecimento, permitindo que os glóbulos de gordura se unam dirigindo-se à superfície, ficando visível nas preparações culinárias e principalmente nas pizzas (DAI et al., 2019). Essa propriedade está relacionada com o teor de gordura do queijo, sendo visualizada quando derretido (KINDSTEDT; RIPPE, 1990).

A Figura 12 apresenta os valores médios da formação de óleo livre para cada tratamento do queijo Prato ao longo do período de maturação.

Figura 12. Formação de óleo livre em %(m/m) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação\*



\*Resultados expressos em médias dos tempos de maturação

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

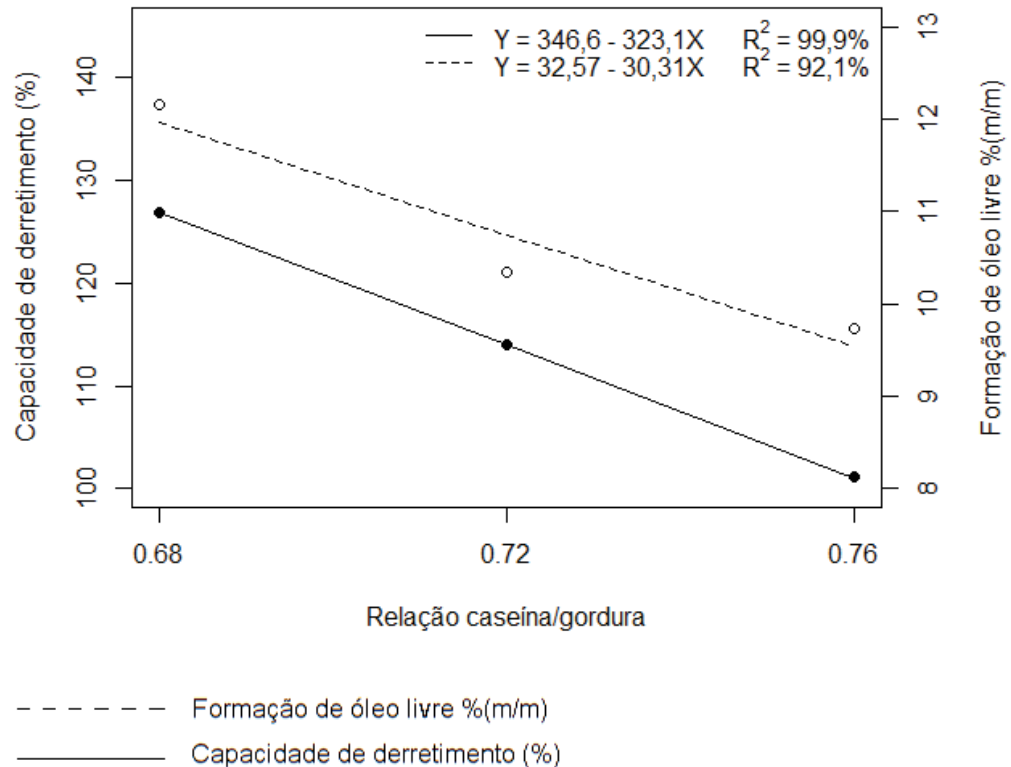
Apesar de não haver diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos quanto ao teor de gordura dos queijos, a formação de óleo livre diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Os queijos produzidos com o leite padronizado para a relação caseína/gordura 0,68 apresentaram maior liberação de óleo quando comparados aos queijos produzidos com leite padronizado para as relações 0,72 e 0,76. Ou seja, os queijos produzidos com o leite com maior teor de gordura liberou mais óleo livre durante o aquecimento. Entre os tratamentos 0,72 e 0,76, não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ).

Segundo Chiesa et al. (2011) a liberação de óleo está relacionada com a maturação dos queijos devido à fragilidade da matriz proteica pelo aumento nos níveis de extensão de proteólise ao longo do armazenamento, facilitando a liberação de gordura.

O mesmo comportamento encontrado na liberação de óleo livre também ocorreu no derretimento dos queijos (Figura 13), ou seja, a relação caseína/gordura 0,68 provocou um maior derretimento e liberação de óleo livre, ambas impactadas pelo maior teor de gordura no leite, com correlação linear de 96%. Embora os queijos

não apresentassem diferença na composição físico-química, ficou evidente que a relação caseína/gordura teve influência nas propriedades funcionais do queijo Prato.

Figura 13. Liberação de óleo livre e capacidade de derretimento dos queijos Prato\*



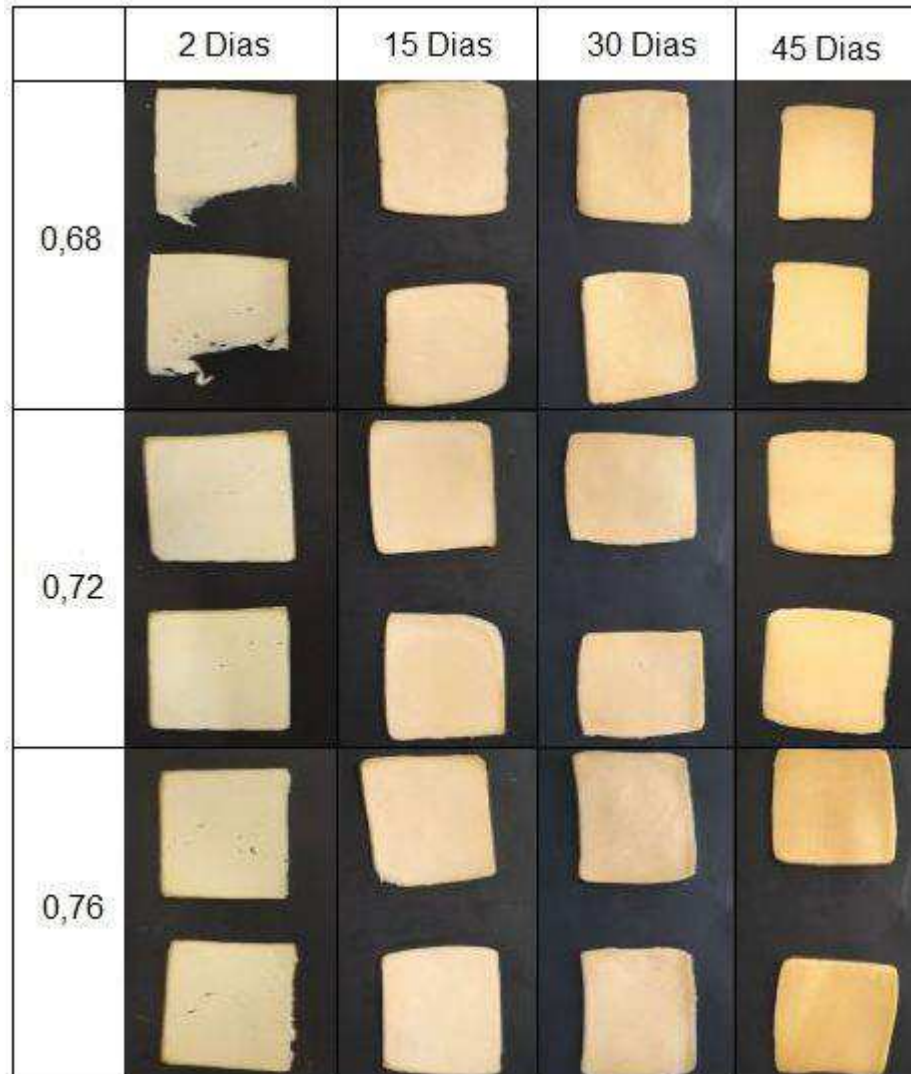
\*Resultados expressos em médias  
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Segundo El-Batawy et al. (2004), o aumento na capacidade de derretimento no queijo mussarela este relacionado com o aumento na liberação de gordura durante o aquecimento. A proteólise favorece o derretimento e a formação de óleo livre, já que leva à desestruturação da rede proteica, que atua como uma barreira física entre os glóbulos de gordura e quando o queijo é aquecido e derretido, os glóbulos de gordura se separam como óleo livre (KINDSTEDT, 1993).

### 5.7 Avaliação do fatiamento dos queijos Prato

A capacidade de fatiar é outra propriedade funcional do queijo Prato influenciada por inúmeros fatores, dos quais os mais importantes são a composição e características dos queijos (VALLE et al., 2004). Como critério de qualidade é necessário que o queijo Prato apresente uma boa fatiabilidade para atender as necessidades dos consumidores (FURTADO, 2005). A Figura 14 apresenta o fatiamento dos queijos Prato ao longo do período de maturação.

Figura 14. Fatiamento dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Conforme apresentado na Figura 14, considerando que a análise de fatiamento é subjetiva visual e não instrumental, apenas as amostras retiradas com dois dias de fabricação dos três tratamentos avaliados, apresentaram aderência na lâmina do equipamento, danificando as fatias, sendo que as fatias da relação caseína/gordura 0,68 se danificaram mais. Apesar dos queijos não apresentarem diferença significativa na composição, houve uma melhor recuperação de gordura nos queijos fabricados com a relação caseína/gordura 0,68, justificando o defeito mais evidente nesse tratamento. As demais amostras, de todos os tratamentos, apresentaram uma boa fatiabilidade, sem aderir na lâmina do equipamento e sem danificar as fatias. Foi observado uma melhor fatiabilidade ao decorrer dos dias de maturação.

O principal fator que influencia a capacidade de fatiar dos queijos é a sua própria composição físico-química. Os componentes que mais interferem nesta propriedade são aqueles que influenciam diretamente a textura dos queijos: o teor de sal, a umidade e o teor de sal na umidade, além do teor de gordura e índices de proteólise dos queijos (VALLE et al., 2004). Os queijos dos três tratamentos avaliados não apresentaram alteração significativa nos teores de cloretos, sal na umidade e teor de gordura, sendo esse o motivo de todos os queijos apresentarem a mesma característica na capacidade de fatiamento.

O defeito nas fatias dos três tratamentos foi observado apenas nas amostras com dois dias de fabricação devido aos processos que acontecem no início da maturação, onde os queijos apresentam características diferentes nas extremidades e no interior dos queijos. O principal evento que diferencia as características das extremidades para o interior dos queijos é a difusão do sal de fora para dentro através da troca osmótica. Os queijos são depositados na salmoura e o sal demora mais a chegar no interior dos queijos, diferenciando o teor de umidade, atividade de água e processo de maturação até igualar a concentração de sal na umidade em todo o queijo (ROCHA, 2004). Segundo Furtado (1989), o fatiamento precoce (poucos dias de maturação) está entre as causas relacionadas à defeitos de fatiamento.

## **5.8 Análise do Perfil de textura**

A textura é um dos três principais atributos de aceitabilidade dos alimentos (aparência, sabor, textura) que proporcionam prazer em comer e leva o consumidor a decidir se deve ou não comprar esse alimento novamente, envolvendo as combinações das propriedades físicas e químicas perceptíveis pelos sentidos do tato, visão e audição (BOURNE, 2004).

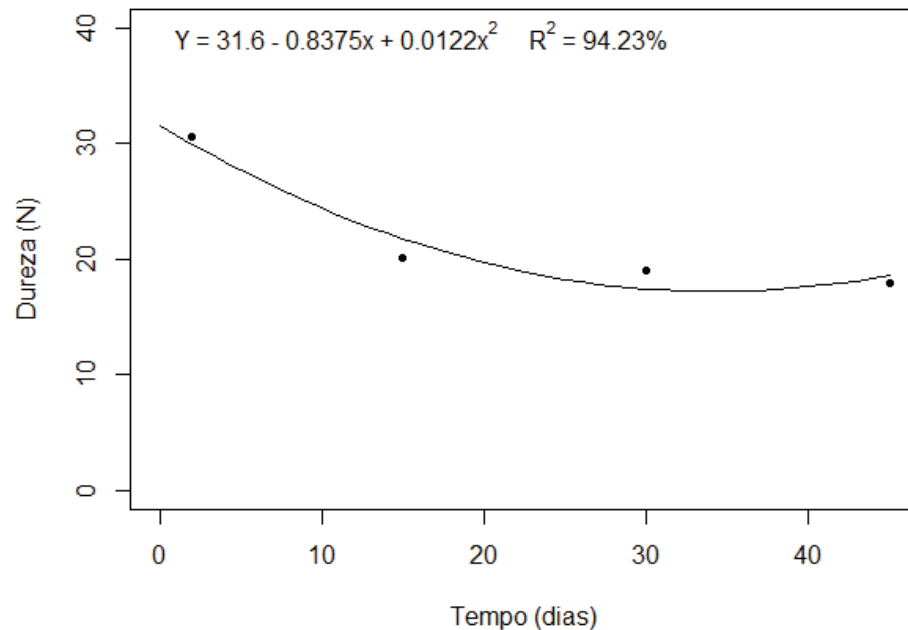
A textura dos queijos é influenciada diretamente pelos teores  $\%$ (m/m) de umidade e de gordura, e, pela temperatura de maturação (FOX et al, 2000). O perfil de textura é um parâmetro muito importante para a caracterização dos queijos e para aceitação dos consumidores.

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

### **5.8.1 Dureza**

As médias de dureza encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram de, respectivamente,  $20,8 \pm 5,55$ ,  $21,7 \pm 5,75$  e  $23,24 \pm 6,41$ . Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, no entanto, houve diferença estatística significativa ao longo do tempo ( $P < 0,05$ ). Considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas e que os modelos ajustaram-se adequadamente, eles foram agrupados em uma só curva. A Figura 15 apresenta os valores médios de dureza encontrados para cada tratamento do queijo Prato ao longo do período de maturação.

Figura 15. Dureza (N) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação\*



\*Resultados expressos em médias dos tempos de maturação  
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A dureza é definida como a resistência a uma dada deformação ou força necessária para comprimir uma amostra de queijo. Observa-se que nesse processo a dureza diminui e que ocorre um amolecimento da massa decorrente da ação proteolítica da quimosina residual do coagulante, gerando a proteólise da caseína (FOX et al., 2004). Nesse estudo houve um aumento da proteólise durante a maturação dos queijos em todos os tratamentos avaliados, justificando a diminuição da dureza sem diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos.

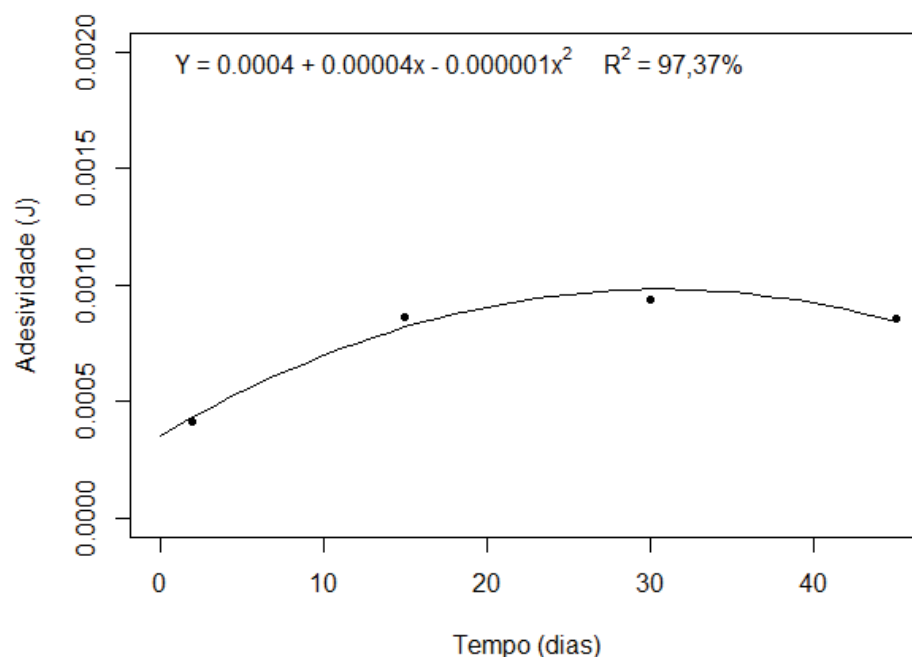
Esse declínio da dureza durante a maturação também pode ser devido a distribuição do sal que se liga a água e, com isso diminuem a água disponível para solvatação do caseinato (FOX et al., 2004).

### 5.8.2 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).

As médias de adesividade encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram de, respectivamente,  $0,0008 \pm 0,0003$ ,  $0,0007 \pm 0,0002$  e  $0,0008 \pm 0,0002$ . Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, no entanto, houve diferença estatística significativa ao longo do tempo ( $P < 0,05$ ). Considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas e que os modelos ajustaram-se adequadamente, eles foram agrupados em uma só curva. A Figura 16 apresenta os valores médios de dureza encontrados para cada tratamento do queijo Prato ao longo do período de maturação.

Figura 16. Adesividade (J) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação\*



\*Resultados expressos em médias dos tempos de maturação



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao observar a imagem, percebe-se um aumento da adesividade no decorrer da maturação. A adesividade está relacionada com a capacidade das proteínas interagirem com a água ou outras proteínas, assim a proteólise e a umidade são fatores que influenciam intensamente nesse aspecto (PASTORINO et al., 2003).

Nesse estudo, a composição físico-química dos queijos e o índice de proteólise não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. Entretanto foi possível observar um aumento da proteólise ao longo da maturação, sendo esse um fator que pode ter contribuído para o aumento da adesividade dos queijos ao longo da maturação.

Os resultados encontrados estão de acordo com os obtidos por Baldini (1998) e por Moreira (2018) que também observaram um aumento da adesividade ao longo do tempo de maturação dos queijos Prato.

### **5.8.3 Coesividade**

A coesividade é definida como a quantidade de deformações sofridas por um material antes da ruptura ao ser mordido completamente usando molares. É a medida na qual a massa mastigada se mantém unida na boca (GUNASEKARAN; AK, 2003). Fox et al. (2000) define coesividade como a extensão com que um queijo pode ser deformado até que haja ruptura na sua estrutura.

As médias de coesividade encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram, respectivamente, de  $0,73 \pm 0,02$ ,  $0,73 \pm 0,02$  e  $0,74 \pm 0,01$  (média  $\pm$  DP). Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e ao longo do tempo de maturação. Observa-se que a variação da relação caseína/gordura no estudo não afetou significativamente ( $P > 0,05$ ) a coesividade do queijo.

O pH do queijo é um aspecto que influencia na fusão das proteínas no coágulo e posteriormente na estrutura dos queijos e conseqüentemente influencia na sua coesividade (SÁNCHEZ, 1999). O fato dos queijos não terem apresentado diferença significativa no pH, justifica a coesividade se manter constante entre os tratamentos e ao longo da maturação.

Moreira (2018) ao avaliar o perfil de textura do queijo Prato, encontrou valores de coesividade semelhantes ao desse trabalho e também se mantiveram constantes ao longo da maturação. Katsiari et al. (1998) em um estudo com queijo Kefalograviera,

Ganesan et al. (2014) e Fitzgerald e Buckley (1985), em estudo com queijo Cheddar também não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na coesividade dos queijos em relação aos tratamentos e ao longo do tempo.

#### **5.8.4 Elasticidade**

A elasticidade é definida como o grau de recuperação da deformação causada a um pedaço de queijo depois que a força de deformação é removida (FOX et al., 2000). Ou seja, é a habilidade de uma substância de retornar à sua forma inicial após ser submetida à pressão (FOX et al., 2004).

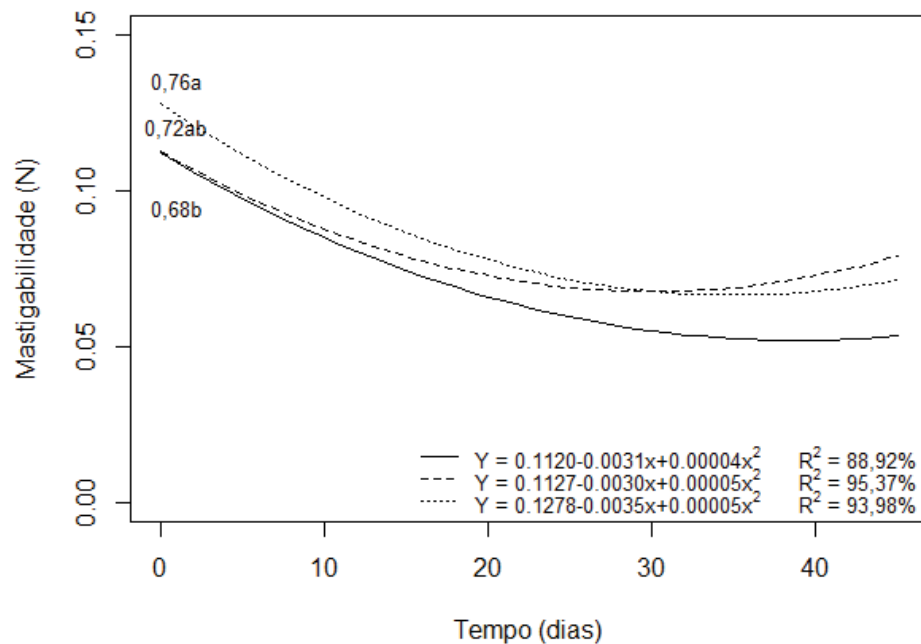
As médias de elasticidade encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram de, respectivamente,  $4,93 \pm 0,13$  mm,  $4,95 \pm 0,12$  mm e  $4,96 \pm 0,09$  mm. Também não houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos e ao longo do tempo de maturação. Observa-se que a variação da relação caseína/gordura no estudo não afetou significativamente ( $P>0,05$ ) a elasticidade do queijo.

Segundo Fox; McSweeney (1998), o decréscimo no teor de umidade no queijo é responsável pela diminuição da elasticidade do produto. Como os queijos foram maturados embalados, não houve perda de umidade durante a maturação e conseqüentemente não houve alteração da elasticidade ao longo do tempo nos três tratamentos avaliados.

#### **5.8.5 Mastigabilidade**

Mastigabilidade é a quantidade de trabalho necessário para mastigar uma amostra sólida até o ponto de engoli-la (GUNASEKARAN & AK, 2003). Fox (2000) define mastigabilidade como a energia requerida para mastigar um alimento sólido até a deglutição, sendo este um parâmetro secundário obtido a partir dos aspectos adesividade x elasticidade. A Figura 17 apresenta os valores médios de mastigabilidade encontrados para cada tratamento do queijo Prato ao longo do período de maturação.

Figura 17. Mastigabilidade (N) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação\*



\*Resultados expressos em médias dos tempos de maturação

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A mastigabilidade diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo que os queijos produzidos com o leite padronizado para a relação caseína/gordura 0,68, apresentaram menor mastigabilidade quando comparados aos queijos produzidos com leite padronizado para a relação 0,76, ou seja, os queijos produzidos com o leite com maior teor de gordura necessitariam de menos energia para mastigar até a etapa de deglutição mesmo que o teor de gordura dos queijos não se alteraram significativamente. Entre os tratamentos 0,72 e 0,76, não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ).

Nos queijos, o teor de gordura influencia não só na composição, mas também na funcionalidade e em atributos sensoriais (SAMEEN; SATTAR; HUMA, 2016). Souza et al (2012) concluíram que o teor de gordura no queijo petit suisse tem uma forte influência na avaliação sensorial do produto, alterando diretamente a mastigabilidade, elasticidade e dureza do mesmo.

Em concordância com os resultados de mastigabilidade em queijos Prato apresentados por Moreira (2018), observa-se uma tendência de queda linear ao longo do tempo de maturação para os três tratamentos avaliados. Foster et al. (2011),

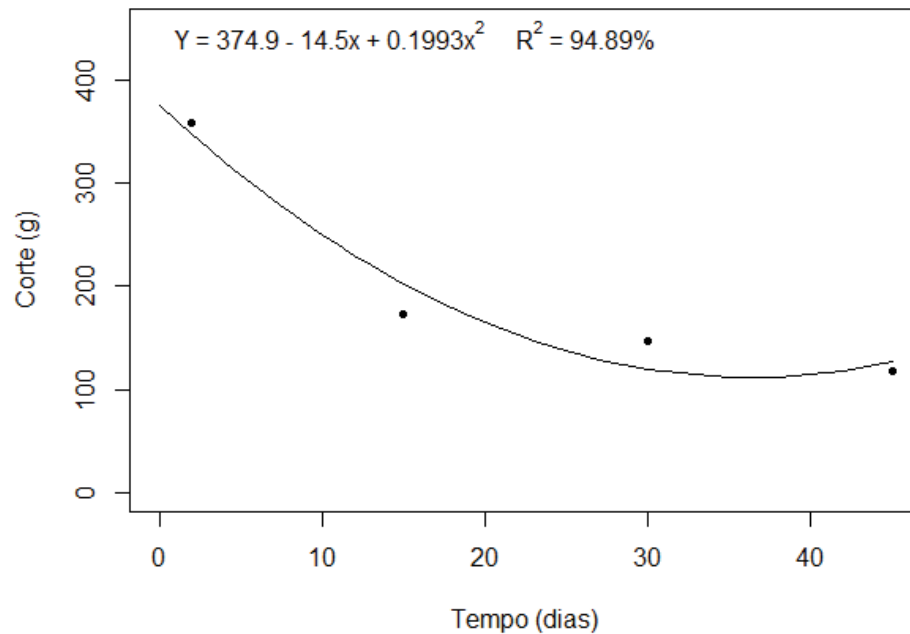
estudaram o perfil de textura e constataram que existe uma relação entre a dureza e a mastigabilidade uma vez que a dureza é definida pela força necessária para atingir uma dada deformação no alimento e a mastigabilidade a energia requerida para desintegrar um alimento sólido até o ponto de engolir. O estudo mostrou que há uma diminuição no número de ciclos de mastigação relacionado à diminuição da dureza dos queijos Prato.

A mastigabilidade é mais um fator influenciado pela proteólise da caseína, levando a diminuição da mastigabilidade ao longo do tempo de maturação (FOX, 2000). Nesse estudo ocorreu um aumento da proteólise durante a maturação dos queijos em todos os tratamentos avaliados, levando a uma maciez dos queijos e conseqüentemente diminuindo o número de ciclos de mastigação.

#### **5.8.6 Corte**

As médias de corte encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram de, respectivamente,  $193,86 \pm 106,11$ ,  $197,82 \pm 103,22$  e  $204,87 \pm 92,00$ . Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para o corte, no entanto, houve diferença estatística significativa ao longo do tempo ( $P < 0,05$ ). Considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas e que os modelos ajustaram-se adequadamente, eles foram agrupados em uma só curva. A Figura 18 apresenta os valores médios de corte encontrados para cada tratamento do queijo Prato ao longo do período de maturação.

Figura 18. Corte (g) dos queijos Prato com diferentes relações de caseína/gordura durante o período de maturação\*



\*Resultados expressos em médias dos tempos de maturação  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os resultados do corte também se relacionam com os resultados de dureza, onde não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e houve diferença estatística significativa ao longo do tempo ( $P < 0,05$ ). Tanto a dureza quanto o corte diminuíram ao longo da maturação dos queijos, influenciados pelas reações proteolíticas que aumentaram ao longo do tempo.

O corte tem relação direta com a capacidade de fatiar e no queijo Prato, sendo uma propriedade muito importante, pois é um queijo consumido principalmente em lanches e preparações culinárias, necessitando uma boa fatiabilidade (FURTADO, 2005). Observa-se uma relação direta da fatiabilidade com os valores de corte encontrados nesse trabalho. Tanto a fatiabilidade quanto o corte não apresentaram diferença entre os tratamentos e com a diminuição da dureza e corte ao longo da maturação, melhorou a fatiabilidade dos queijos Prato dos três tratamentos.

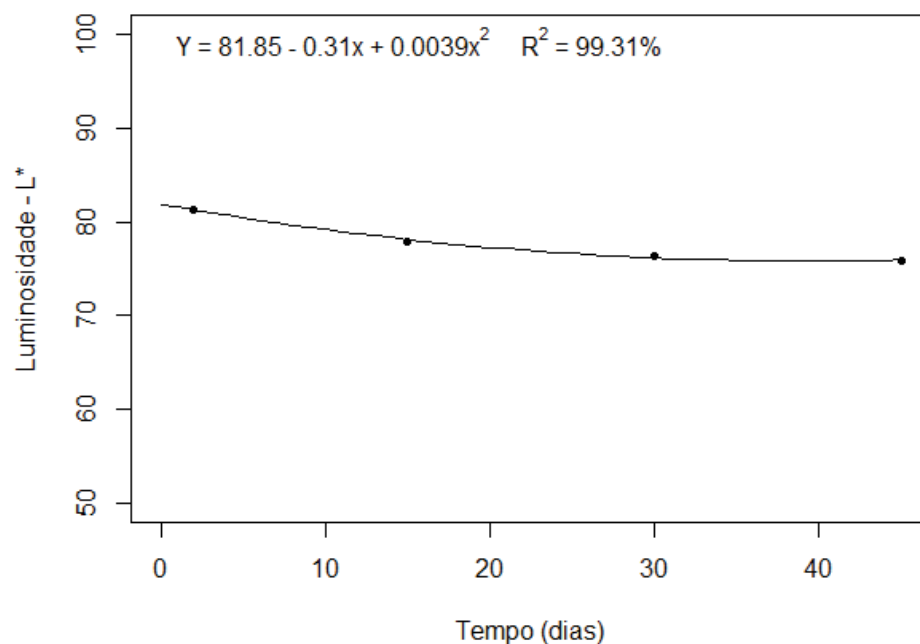
## 5.9 Cor

A cor é uma propriedade de aparência relacionada com a distribuição espectral da luz. Ao ver um alimento, geralmente a correlação que se faz é com o seu aspecto

visual e, desta maneira, a maior tendência para a sua aceitação depende da sua cor. Além disso, a cor também está relacionada com a qualidade e o uso de corantes nos alimentos (RAMOS, 2013).

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 com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76, que em uma escala de 0 (preto) a 100 (branco) indicam a luminosidade, foram respectivamente de  $77,92 \pm 2,73$ ,  $78,26 \pm 2,33$  e  $77,48 \pm 2,40$  e não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), logo, é correta a afirmação que a alteração caseína/gordura não influenciou na cor  $L^*$  da cor dos queijos. Considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas e que os modelos ajustaram-se adequadamente, eles foram agrupados em uma só curva. (Figura 19).

Figura 19. Comportamento da cor dos queijos Prato, ao longo da maturação, para o parâmetro de cor  $L^*$ .



\*Resultados expressos em média dos tempos de maturação. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O escurecimento dos queijos ao longo do tempo de maturação também foi relatado por Ramos (2013), em queijos Prato que após 60 dias de maturação, apresentaram valores mais baixos e, portanto mais escuros para a cor  $L^*$ . Durante a

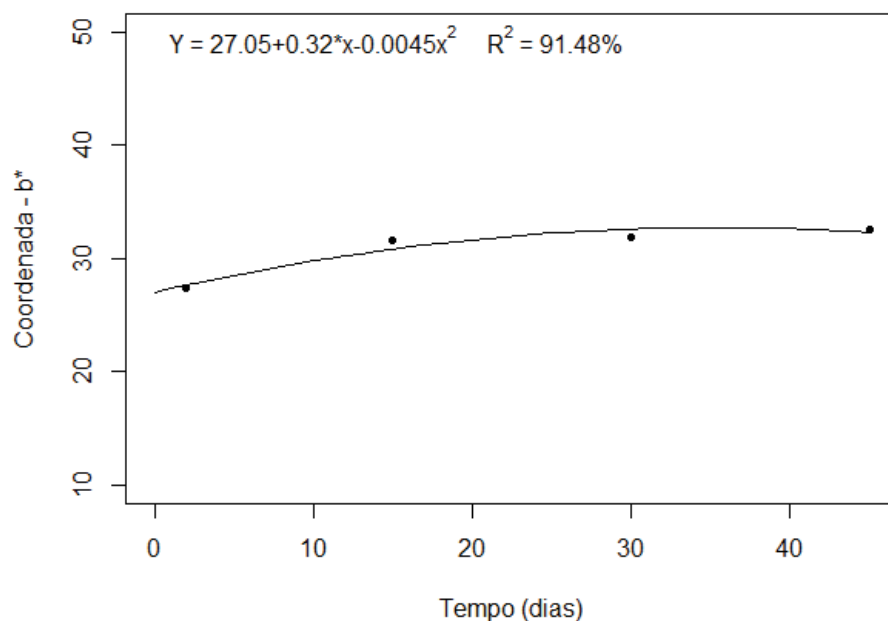
maturação ocorrem uma série de reações bioquímicas que causam alterações sequenciais e alteram as características dos queijos, incluindo a coloração (SOBRAL et al., 2016).

Já os valores de  $a^*$  positivo, que representam a intensidade da cor vermelha, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) e ao longo do tempo de maturação ( $P>0,05$ ). As médias de  $a^*$  encontradas nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram respectivamente,  $9,67 \pm 1,79$ ,  $9,12 \pm 2,17$  e  $10,46 \pm 1,29$ .

Com relação a  $b^*$ , os valores encontrados nos queijos com as relações caseína/gordura 0,68, 0,72 e 0,76 foram respectivamente de  $31,06 \pm 3,60$ ,  $29,57 \pm 3,86$  e  $32 \pm 2,63$ . Todas as amostras de queijo apresentaram valores positivos que indicam uma tendência para a cor amarela e também não foi observada diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos. Considerando-se que os tratamentos não apresentaram diferenças significativas e que os modelos ajustaram-se adequadamente, eles foram agrupados em uma só curva (Figura 20).

Contudo, com o decorrer da maturação os queijos tiveram uma leve tendência a ficar mais amarelos, com diferença significativa ( $P<0,05$ ) ao longo do tempo de maturação.

Figura 20. Comportamento da cor dos queijos Prato, ao longo da maturação, para o parâmetro de cor  $b^*$ .



\*Resultados expressos em média dos tempos de maturação  
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Normalmente o esperado é que, quanto mais a proteólise avança, maior a tendência dos queijos se tornarem mais amarelados. Também relacionado ao valor  $b^*$ , está o corante adicionado durante a fabricação, que é o principal fator que influencia nesse parâmetro (GARCIA, 2007; GINZINGER et al., 1999; RAMOS, 2013). Durante as fabricações dos três tratamentos avaliados, o uso do corante foi padronizado quanto à quantidade, concentração e fabricante.

Segundo Ramos (2013), no início da maturação do queijo Prato, de uma maneira geral, observa-se uma cor esbranquiçada e no decorrer da maturação, os mesmos vão ficando mais amarelos e com a coloração mais homogênea. Isso ocorre devido às alterações bioquímicas que ocorrem durante a maturação dos queijos.

Os resultados para avaliação da cor dos queijos fabricados com diferentes relações caseína/gordura nesse trabalho, corroboram com os encontrados por Vieira (2013), que teve por objetivo avaliar a relação do teor de gordura com a cor das amostras de queijos coloniais e concluiu-se que não há uma relação de proporcionalidade entre a coloração e teor de gordura dos queijos, sendo esse parâmetro influenciado por outros fatores.

### **5.10 Análises microbiológicas dos queijos Prato**

A legislação brasileira, por meio da Portaria nº 146 de Março de 1996 (BRASIL, 1996), especifica os limites de tolerância e padrões microbiológicos sanitários para queijo de acordo com a umidade desse alimento.

Segundo a Portaria nº146, o queijo Prato é classificado como um queijo de média umidade (entre 36,0% e 45,9%) (BRASIL,1996). Sendo assim, o queijo Prato é considerado um alimento que apresenta condições para as contaminações microbianas, nas quais podem conter bactérias patogênicas que podem causar infecções alimentares ou produzir toxinas causando intoxicações (BORGES et al., 2008).

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas estão apresentados na Tabela 7.



Tabela 7. Análise microbiológica dos queijos Prato com 30 dias de maturação.

Análise microbiológica	Tratamentos			Limite máximo exigido pela legislação (BRASIL, 1996)
	0,68	0,72	0,72	
Coliformes 30 °C	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 5000 UFC/g
Coliformes 45 °C	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 500 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 10 <sup>2</sup> UFC/g	< 1000 UFC/g

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para adquirir suas características específicas, a Portaria nº 358, estabelece que o queijo Prato deve ser maturar por pelo menos 25 dias (BRASIL, 1997). Sendo assim, as análises microbiológicas foram realizadas no tempo de 30 dias de maturação.

Os resultados das análises microbiológicas para coliformes 35°C, coliformes 45°C e *Staphylococcus aureus* apresentaram-se dentro dos critérios de aceitação estabelecidos pelas legislações brasileiras para queijos de média umidade (BRASIL, 1996)

Estes microrganismos são utilizados como indicadores de falhas na higiene e das boas práticas de fabricação (BPF) e podem reduzir a vida de prateleira dos alimentos. No estudo os valores encontrados foram abaixo dos preconizados pela legislação, o que possivelmente ocorreu devido aos cuidados de higiene obtidos no processo de fabricação e armazenamento dos queijos, sendo muito importante para garantir à saúde dos consumidores.

### 5.11 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com 120 provadores (58 mulheres e 62 homens) na faixa etária de 18 anos a 44 anos, após a comprovação da inocuidade dos queijos pelas análises microbiológicas. As médias de aceitação dos queijos Prato produzidos com diferentes relações caseína/gordura avaliados com 30 dias de armazenamento refrigerado após as análises microbiológicas encontram-se na Tabela 8, para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. Em geral, as amostras apresentaram boa aceitação, com médias variando entre 7 (gostei moderadamente) e 8 (gostei muito).

Tabela 8. Avaliação sensorial dos queijos Prato produzidos com diferentes relações caseína/gordura (média  $\pm$  DP).

Atributos	Tratamento		
	0.68	0.72	0.76
Aparência	8,13 $\pm$ 0,93 <sup>a</sup>	7,97 $\pm$ 1,02 <sup>a</sup>	8,16 $\pm$ 0,97 <sup>a</sup>
Aroma	7,81 $\pm$ 1,06 <sup>a</sup>	7,81 $\pm$ 1,14 <sup>a</sup>	7,84 $\pm$ 1,16 <sup>a</sup>
Sabor	7,71 $\pm$ 1,20 <sup>a</sup>	7,47 $\pm$ 1,39 <sup>a</sup>	7,56 $\pm$ 1,37 <sup>a</sup>
Textura	7,93 $\pm$ 1,02 <sup>a</sup>	7,91 $\pm$ 1,16 <sup>a</sup>	7,82 $\pm$ 1,17 <sup>a</sup>
Impressão global	7,94 $\pm$ 1,10 <sup>a</sup>	7,73 $\pm$ 1,24 <sup>a</sup>	7,81 $\pm$ 1,25 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ );

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Em relação à aparência, o uso das diferentes relações caseína/gordura demonstrou que não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados. Segundo o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade (Portaria nº 358, de 4 de setembro de 1997), o queijo Prato apresenta poucas e pequenas olhaduras lisas e brilhantes, com ou sem olhaduras mecânicas, cor amarelada ou amarelo-palha, sem crosta, ou com crosta fina e sem trincas. É um queijo de massa semicozida de consistência semidura e textura homogênea, pode ser apresentado no formato cilíndrico, denominado Cobocó, esférico, denominado Prato esférico ou na forma retangular, que é a mais tradicional (BRASIL, 1997).

Entre as características marcantes na aparência do queijo Prato, a cor é um atributo de extrema importância (KUBO et al., 2013). A cor do queijo Prato deve ser homogênea, ausente de manchas ou pontos coloridos de outras tonalidades (COSTA JÚNIOR; PINHEIRO, 1999). Durante as fabricações dos três tratamentos avaliados, o uso do corante foi padronizado quanto à quantidade, concentração e fabricante levando à não semelhança ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos, constatada pelos parâmetros na análise de cor.

Quanto ao aroma, o uso das diferentes relações caseína/gordura demonstrou que não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados. Segundo a legislação, o queijo Prato deve apresentar aroma característico (BRASIL, 1997).

As culturas lácticas adicionadas na fabricação dos queijos e responsáveis por parte da proteólise durante a etapa de maturação e conferem várias alterações importantes, entre elas está a de produzir compostos que conferem o aroma característico dos queijos (FOX et al., 2000; PARENTE; COGAN, 2004). Durante as

fabricações dos três tratamentos avaliados, o uso do fermento láctico foi padronizado quanto ao tipo, quantidade, concentração e fabricante.

Também no atributo sabor, o uso das diferentes relações caseína/gordura demonstrou que não houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos avaliados.

O sabor é um dos atributos mais importantes quando se avalia um alimento e sua percepção envolve interações multissensoriais, incluindo fontes olfativas, gustativas, mecânicas, trigeminais e até mesmo as auditivas, que se fundem e formam uma percepção sensorial completa (HAN et al., 2019). Segundo a legislação, o queijo Prato deve apresentar sabor característico (BRASIL, 1997).

Segundo Fox et al., (2000) a composição dos queijos e a proteólise que ocorre durante a maturação da maioria das variedades de queijos influencia fortemente suas características sabor. Nesse trabalho não foram detectadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) na composição centesimal e nem nos índices de proteólise dos queijos Prato produzidos com diferentes relações caseína/gordura.

A textura do queijo pode ser definida como um atributo sensorial resultante de uma combinação de propriedades físicas perceptíveis pelos sentidos da visão, tato e audição (BRENNAN, 1988). Segundo Fox et al. (2000), uma das características que contribuem para a percepção inicial de textura do queijo, antes de comer, inclui a aparência visual (por exemplo, a presença de olhaduras ou grânulos, e rugosidade superficial). O queijo Prato apresenta massa de consistência semidura, textura homogênea, pode apresentar olhaduras de fermentação ou mecânicas e ausência de trincas (BRASIL, 1997).

Nos queijos, a textura sofre grande influência do processo de fabricação e da composição, em especial, do teor de gordura, umidade, pH e da ação proteolítica durante o processo de maturação (HENNEQUIN; HARDY, 1993). O processo de fabricação foi padronizado para os três tratamentos avaliados e os valores de gordura, umidade, pH e índice de proteólise não apresentaram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, o que não causou diferença na textura dos queijos entre os provadores. Entretanto, ao avaliar o perfil de textura dos queijos utilizando o Texturômetro, constatou-se uma diferença significativa ( $P<0,05$ ) para o parâmetro mastigabilidade. Essa diferença se deve ao fato de que o uso de um equipamento torna a análise mais precisa excluindo a possibilidade da fadiga sensorial dos provadores. (JACK & PATERSON, 1992; FOEGEDING & DRAKE, 2007; FOX et al.,

2017). Os parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e corte não apresentaram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos.

Com base em todos os atributos avaliados, os consumidores identificam uma impressão global do produto (ABNT, 1993). Na avaliação sensorial, não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) pelos consumidores entre os tratamentos, o que demonstra que a variação da relação caseína/gordura não provocou nenhum tipo de alteração na aparência, aroma, sabor, textura e impressão global dos queijos.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos quanto à produção do queijo Prato nos níveis das relações caseína/gordura estudadas, levam às seguintes conclusões:

As características físico-químicas dos queijos, incluindo o pH e Aw, avaliados ao longo do tempo de maturação foram semelhantes entre os tratamentos.

Houve semelhança nos índices de extensão e profundidade de proteólise das relações caseína/gordura, mas ambos aumentaram ao longo do tempo de maturação.

Os rendimentos atual e ajustado dos queijos foram semelhantes entre os tratamentos, porém, a relação caseína/gordura 0,68 aumentou as recuperações de proteína e gordura e, conseqüentemente, houve menor perda destes para o soro, em comparação com a relação caseína/gordura 0,76.

Os queijos fabricados com a relação caseína/gordura 0,68 proporcionaram maior capacidade de derretimento, quando comparado aos queijos fabricados com a relação 0,76.

A liberação de óleo livre possui relação com a capacidade de derretimento e também foi maior nos queijos produzidos com a relação caseína/gordura 0,68.

Houve semelhança no fatiamento dos queijos, sendo que com dois dias de fabricação os queijos ainda não estão prontos para fatiar devido a aderência deles na lâmina, que proporcionaram fatias irregulares.

A textura não interferiu na dureza, adesividade, coesividade, elasticidade, e corte. Apenas a mastigabilidade foi menor nos queijos produzidos com relação caseína/gordura 0,68.

A cor dos queijos entre os tratamentos foram semelhantes, porém, diferiram-se no tempo.

Mesma aceitação pelos consumidores entre os tratamentos, nos atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global dos queijos.

Para fabricação de um queijo Prato que apresente um menor derretimento e formação de óleo livre, a relação caseína/gordura 0,76 é a mais recomendada e para a fabricação de um queijo Prato que apresente um maior derretimento e formação de óleo livre, deve-se optar pelo uso da relação caseína/gordura 0,68.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A escolha da relação caseína/gordura a ser utilizada para padronizar o leite destinado à fabricação do queijo Prato, torna-se pertinente dentro da indústria de laticínios que deseja produzir um queijo Prato que atenda às necessidades de seus clientes diretos e indiretos. Ao alterar a relação caseína/gordura do leite é possível obter queijos com diferentes intensidades de derretimento e liberação de óleo livre, manter a semelhança na composição e nos parâmetros físico-químicos exigidos pela legislação, sem alterar a percepção dos atributos sensoriais pelos consumidores.

Para essa padronização ser possível é necessário implementar no laboratório da indústria a análise de caseína, que apesar de ser relativamente simples, não é usualmente realizada nos laticínios devido à necessidade de ser incorporada na rotina de análises do laboratório e de treinamento do analista.

Entretanto, a adoção da análise torna-se interessante, uma vez que, as propriedades funcionais do queijo Prato podem ser utilizadas como parâmetros de qualidade e a indústria poderá atender diferentes públicos e seguimentos, de acordo com a necessidade e preferência do cliente por um queijo que derreta mais e libere mais óleo livre ou derreta menos e libere menos óleo livre.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Análise sensorial de alimentos e bebidas – NBR 12806**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8p.
- AH, J.; TAGALPALLEWAR, G.P. Functional properties of Mozzarella cheese for its end use application. **Journal Food Science Technol**, v. 54, n. 12, p. 3766–3778, 2017.
- ALVES, L. S. et al. Yield, changes in proteolysis, and sensory quality of Prato cheese produced with different coagulants. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n.12, p. 7490–7499, 2013.
- ALVES, R. M. V. et al. Stability of Sliced Mozzarella Cheese in Modified Atmosphere Packaging. **Journal of Food Protection**, v. 59, n. 8, p. 838-844, 1996.
- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 14 ed. Washington (D.C.), 1984, 1141 p.
- 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**, 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.
- BARROS, C. M. V et al. Efeito do uso de cultura adjunta (*Lactobacillus helveticus*) na proteólise, propriedades viscoelásticas e aceitação sensorial de queijo prato light. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 11–18, 2006.
- BASTOS, R. A. **Influência do armazenamento e da contagem de bactérias psicrotrofias do leite nas características do queijo Prato durante a maturação**. 2015. 209 p: il. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2015.
- BASTOS, R. A. et al. Avaliação de Percepção e preferência dos consumidores em relação a queijo prato. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, p. 12–19, 2013.
- BALDINI, V. L. S. **Proteólise em queijo tipo prato durante a maturação**. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 1998.
- BOURNE, M. Relationship between texture and mastication. **Journal of Texture Studies**, v. 35, n.1, p. 125-143, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Regulamento Técnico que fixa 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**, Brasília, 2018.



Disponível em: < [http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750137/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-76-de-26-de-novembro-de-2018-52749894IN%2076](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750137/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-76-de-26-de-novembro-de-2018-52749894IN%2076)> Acesso em: 28 Jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Instrução Normativa n. 68, de 12 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 de dezembro de 2006, Seção 1, Página 8.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, p.368-369, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 358, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do queijo Prato. Publicado no **Diário Oficial da União** em 08 de setembro de 1997. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 08 Abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n. 146, de 07 de março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 mar. 1996. Seção 1, p. 3977.

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.

CARVALHO, E. C. **Efeito do uso do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na fabricação do queijo Prato**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Universidade Federal de Juiz de Fora. 2015.

CARVALHO, B. M. A. et al. Caracterização físico-química e propriedades termofísicas de soro de queijo obtido de leite de cabra. **Revista do Instituto de Laticínios do Cândido Tostes**, v. 61, p. 287-290, 2006.

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.

CELESTINO S.M.C. Princípio de secagem de alimentos. ISSN 2176-5111. Embrapa, Planaltina, DF, 2010.

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**, n. 381, v. 66, p. 28-33, 2011.

CHURCHWARD-VENNE, T. A. et al. Myofibrillar and Mitochondrial Protein Synthesis Rates Do Not Differ in Young Men Following the Ingestion of Carbohydrate with Milk Protein, Whey, or Micellar Casein after Concurrent Resistance- and Endurance-Type Exercise. **The Journal of Nutrition**, v. 149, n. 2, p. 198–209, 2019.

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.

COGAN, T. M. **Cheese microbiology**. In: Fundamentals of cheese science. Gaithersburg: Aspen Publishers, 2000.

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. 54, p. 40-46, 1999.

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. 2018.

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.

DAI, S. et al. Functional and pizza bake properties of Mozzarella cheese made with konjac glucomannan as a fat replacer. **Food Hydrocolloids**, v. 92, p. 125–134, 2019.

DEJMEK, P.; WALSTRA, P. The Syneresis of Rennet-coagulated Curd. In: FOX, P. F. et al. **Cheese Chemistry, Physics and Microbiology**, v.1, n.3, p. 71-103, 2004.

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.

DOMINGOS, L. D. et al. Fat reduction and whey protein concentrate addition alter the concentration of volatile compounds during Prato cheese ripening. **Food Research International**, v. 119, p. 793-804, 2019.

EMMONS, D. B.; MODLER, H. W. Invited review: a commentary on predictive cheese yield formulas. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 12, p. 5517-37, 2010.

EI-BATAWY, M. A. et al. Effect of homogenization on some properties of Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 32, p. 315-326, 2004.

FERREIRA, C. L. L. F.; FERREIRA, D. G. S. **Produção de iogurte, bebida láctea, doce de leite e requeijão cremoso**. Viçosa, MG, CPT, p. 71-109, 2013.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Aurélio - Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Ed. Nova Fronteira, 1999.

FITZGERALD, E.; BUCKLEY, J. Effect of Total and Partial Substitution of Sodium Chloride on the Quality of Cheddar Cheese. **Journal of Dairy Science**. v. 68, n. 3, p. 130-132, 1985.

FOEGEDING, E. A.; DRAKE, M. A. Invited Review: Sensory and mechanical properties of cheese texture. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 4, p. 1611–1624, 2007.

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.

FOSTER, K. D. et al. The role of oral processing in dynamic sensory perception. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 2, 2011.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**. 2. ed. [s.l.] Springer, 2017.

FOX, P. F. et al. Cheese: Historical Aspects. **Fundamentals of Cheese Science**, 2016.

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. L. Exogenous enzymes in dairy technology - A review. **Journal of food Biochemistry**, v. 17, p. 173–199, 1993.

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.

FURTADO, M. M. Queijos semiduros. São Paulo: Editora Setembro, 313 p. 2019.

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

FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. de M.; **Tecnologia de queijos** – Manual técnico para a produção industrial de queijos. Editora Dipemar LTDA, 1994.

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

FURTADO, M.M. **Desenvolvimento de um novo método analítico para a determinação de soro adicionado ao leite pasteurizado**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1989.

FURTADO, M. M.; CASAGRANDE, H. R.; FREITAS, L. C. G. Estudo rápido sobre a evolução de alguns parâmetros físico-químicos durante a maturação do queijo tipo Gorgonzola. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 39, n. 231, p. 3-10, 1984.

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**, v. 205, p.3–19, 1979.

GANESAN B; IRISH K.B.D; MCMAHON J.D. Manufacture and sensory analysis of reduced and low sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 4, p.1980-1982, 2014.

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.

GINZINGER, W. et al. Original article Raw milk flora affects composition and quality of Bergkâse, 3. Physical and sensory properties, and conclusions. **Lait**, v. 79, n. 4, p. 411–421, 1999.

GRAPPIN, R. et al. Primary proteolysis of cheese proteins during ripening. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, p. 531-540, 1985.

GUGGISBERG, D. et al. Influence of chemical and biochemical characteristics on the texture of Appenzeller® cheese. **International Dairy Journal**, v. 75, p. 111-119, 2017.

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

GUINEE, T. P.; O'CALLAGHAN, D. J. Effect of increasing the protein-to-fat ratio and reducing fat content on the chemical and physical properties of processed cheese product. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 11, p. 6830-6839, 2013.

GUINEE, T. P. et al. Effect of protein to fat ratio of milk on the composition, manufacturing efficiency, and yield of Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 110–123, 2007.

GUINEE, T. P.; MCSWEENEY, P. L. H. Significance of milk fat in cheese. In: **Advanced Dairy Chemistry. Volume 2: Lipids**. 3<sup>a</sup> ed. [s.l.] 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, p. 468–482, 2006.

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.

HAN, P. et al. Modulation of sensory perception of cheese attributes intensity and texture liking via ortho- and retro-nasal odors. **Food Quality and Preference**, v. 73, p. 1-7, 2019.

HENNEQUIN, D.; HARDY, J. Evaluation instrumentale et sensorielle de certaines propriétés texturales de fromages à pâte molle. **International Dairy Journal**, v. 3, n. 7, p. 635–647, 1993.

JACK, F. R.; PATERSON, A. Texture of hard cheeses. **Trends in Food Science and Technology**, v. 3, n. C, p. 160–164, 1992.

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**, v.61, n. 1-2, p. 64-68, 1998.

KHAN, H. **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. 2019.

KINDSTEDT, P.S. Effect of manufacturing factors, composition and proteolysis on the functional characteristics of mozzarella cheese. **Critical Reviews in Foods Science**, v.33, p.167-187, 1993.

KINDSTEDT, P. S.; KIELY, L. J.; GILMORE, J. A. Variation in composition and functional properties within brine-salted Mozzarella cheese. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 11, p. 2913–2921, 1992.

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.

KINDSTEDT P. S., RIPPE J. K., Rapid quantitative test for free oil (oiling off) in melted Mozzarella cheese, **Journal of Dairy Science**. v. 73, p. 867-873, 1990.

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

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.

LUCEY, J. A. Some perspectives on the use of cheese as a food ingredient. **Dairy Science and Technology**, v. 88, p. 573–594, 2008.

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.



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

McSWEENEY, P. L. H. **Cheese problems solved**. Woodhead Publishing Limited, England, p. 425, 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, p. 98-101, 1998.

MEDEIROS, V. et al. A Study of the Physico-Chemical, Electrophoretic and Rheological Properties Throughout Ripening of Sao Jorge (PDO) Raw Cow's Milk Cheese. **Journal of Food Technology**, v. 12, n. 3, p. 66-72, 2014.

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

MORR, C. V. Effect of heating and elevated temperature storage on cheese whey. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 4, p. 1177-1179, 1990.

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.

MORENO, I. et al. Propriedades físicas e composição química e bioquímica durante a maturação de queijo Prato de diferentes origens. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n.327, p. 270-273, 2002.

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

NARIMATSU, A. et al. Avaliação da proteólise e do derretimento do queijo prato obtido por ultrafiltração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2013.

NARIMATSU, A. et al. Avaliação da proteólise e do derretimento do queijo Prato obtido por ultrafiltração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 177–182, 2003.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO - NEPA. **Tabela brasileira de composição dos alimentos - TACO**. 4ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011. Disponível em: < [https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf) >. Acesso em 14 de Janeiro de 2020.

NEPOMUCENO, R. S. A. C.; COSTA JUNIOR, L. C. G.; COSTA, R. G. B. Exopolysaccharide-producing culture in the manufacture of Prato cheese. **LWT – Food Science and Technology**, v. 72, p. 383–389, 2016.

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, jan/mar. 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. 2019.

OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, I. B. Soro de leite: um subproduto valioso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, n. 385, p. 64 - 71, 2012.

OLIVEIRA, K. M. G.; SEGHETO, L.; FURTADO, M. A. M. Estudo comparativo entre os métodos do Formol e de Kjeldahl para determinação de proteínas em leite, **Congresso Nacional de Laticínios**, Juiz de Fora, 2006.

PARENTE, E.; COGAN, T. M. Starter Cultures: General Aspects. In: FOX P. F.; McSWEENEY, P. L. H.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. (Ed.). **Cheese – chemistry, physics, and microbiology**, v.1, n. 3, 2004.

PAULA, J. C. J. et al. Effect of the use of carbon dioxide on Prato cheese making. **International Dairy Journal**, v.91, p. 172-177, 2019.

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

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. Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora, p.234, 2001.

PERRONE, I. T., et al. Determinação da composição e do rendimento do queijo Prato obtido a partir do leite concentrado por evaporação a vácuo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 65, n. 376, p. 35-41, 2010.

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

PITHAN-SILVA, R. O., et al. Soro em pó: considerações sobre sua participação na cadeia do leite no Brasil. **Revista Indústria de Laticínios**, v. 20, n. 210, p.79-81, 2016

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.

REZENDE, D. C.; VIVAN, A. M.; AVILA, M. L. Special cheese Market in Brazil and implications to the strategic behavior of agro-industries. **Brazilian review of agricultural economics and rural sociology**, v. 37, n. 2, p.121-140, 1999.

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.

RICHOUX, R. et al. Combined temperature–time parameters during the pressing of curd as a tool to modulate the oiling-off of Swiss cheese. **Food Research International**, v. 41, p. 1058–1064, 2008.

ROCHA, A. M. P. **Controle de fungos durante a maturação de queijo Minas Padrão**. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria. 2004.

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.

RULIKOWSKA, A. et al. The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. **International Dairy Journal**, v.28, n.1, p.45-55, 2013.

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.

SAMEEN, A.; SATTAR, U.; HUMA, N. Impact of different casein to fat ratios on the physicochemical composition, functionality and sensory quality of mozzarella cheese. **International Journal of Food and Allied Sciences**, v. 2, n. 2, p. 58-63, 2016.

SÁNCHEZ, V. A. A. G. **Evolução de ácidos graxos e do perfil da textura durante a maturação de queijo Prato**. 1999, 116 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

SBAMPATO C.G et al. Queijo Gorgonzola fabricado com leite pasteurizado por ejetor de vapor e HTST: Parâmetros físico-químicos e sensoriais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 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.

SCOTT, W. J. **Water relation of food spoilage microorganisms**. *Advances in food research*, v. 7, p. 83-127, 1957.

SILVA, H. L. A. et al. Effect of sodium reduction and flavor enhancer addition on probiotic Prato cheese processing. **Food Research International**, n. January, p. 0–1, 2017.

SILVA, H. L. A. et al. Sodium reduction and flavor enhancer addition in probiotic prato cheese : Contributions of quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations for sensory profiling. **Journal of Dairy Science**, p. 1–10, 2018.



- SILVA, F. T. **Queijo Prato**. Embrapa Informação Tecnológica, (Agroindústria Familiar), Brasília, DF. 2005. 54 p.
- 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.
- SPADOTI, L. M.; DORNELLAS, J. R. F.; ROIG, S. M. Avaliação sensorial de queijo prato obtido por modificação do processo tradicional de fabricação. **Revistas Científicas da América Latina**, v. 25, n. 4, p. 705-712, 2005.
- SPADOTI, L. M. et al. Avaliação do rendimento do queijo tipo Prato obtido por modificações no processo tradicional de fabricação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, 2003.
- 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.
- 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, p. 3621-3628, 1993.
- TUNICK, M. H.; MACKAY, 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 Mussarela cheese. In: Malin, **Chemistry of structure – Function relationships in cheese**. London: Plenum Press, 1995. v. 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.
- VEIGA, S. N.T. **Qualidade microbiológica e físico-química de queijos comercializados em Portugal**. Dissertação (Mestrado em segurança alimentar) - Programa de Pós-graduação em segurança alimentar, Universidade Técnica de Lisboa, 2012.
- WADHWANI, R.; McMANUS, W. R.; McMAHON, D.J. Improvement in melting and baking properties of low-fat Mozzarella cheese. **Journal Dairy Science**, v. 94, p. 1713–1723, 2011.

WALSTRA, P; WOURTES, J. T.M.; GEURTES, T. J. **Dairy Science and Technology**. CRC Press. 2rd. 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. **JournalofFoodEngineering**, 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.