

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

FERNANDA ELEUTÉRIO MIARA DE ALMEIDA

INFLUÊNCIA DA ESTABILIDADE DO LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA  
SOBRE O PROCESSAMENTO E OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO QUEIJO  
MUSSARELA

PONTA GROSSA

2023

FERNANDA ELEUTÉRIO MIARA DE ALMEIDA

INFLUÊNCIA DA ESTABILIDADE DO LEITE DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA  
SOBRE O PROCESSAMENTO E OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DO QUEIJO  
MUSSARELA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado para a obtenção do título de  
Bacharelado em Zootecnia na Universidade  
Estadual de Ponta Grossa, Área de  
Ciências Agrárias e Tecnologia.

Orientador (a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Adriana de Souza  
Martins

PONTA GROSSA

2023

Dedico a minha mãe Simone Eleutério, minha avó Marly Eleutério  
e ao meu tio Edson Eleutério (*in memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, que por seu amor me permitiu a seguir meus sonhos me dando forças para superar todos os obstáculos.

À minha mãe Simone Eleutério e minha avó Marly Eleutério, por serem fortaleza e fonte de amor, inspiração, exemplo e dedicação.

Ao meu tio Edson Eleutério (*in memoriam*), meu segundo pai e um dos meus maiores apoiadores e incentivadores, cuja presença foi essencial na minha vida.

Aos meus padrinhos Sandra e Sérgio Iurk, pelo amor, palavras de carinho e por sempre estarem comigo quando precisei.

Ao meu pai Fernando Miara.

À Prof.<sup>a</sup>. Dra. Adriana de Souza Martins, pela orientação, carinho e ensinamentos. Obrigada também pela paciência, pela oportunidade de seguir meu sonho dentro da bovinocultura leiteira e por ser fonte de inspiração.

À toda equipe do projeto de pesquisa, pela companhia e colaboração durante as análises e produção dos queijos.

Aos meus amigos, pela amizade e inestimável apoio durante toda a minha trajetória acadêmica.

À técnica de laboratório Denise, por todos os ensinamentos repassados e pela ajuda em todas análises realizadas para a execução desse trabalho.

E por fim, à todas as pessoas que participaram e de alguma forma contribuíram na minha formação.

## RESUMO

As indústrias estão cada vez mais exigentes para obter um padrão de matéria prima recebida para a produção de derivados lácteos. Um dos principais processos realizados pelos laticínios para garantir a qualidade dos seus produtos é o teste do álcool/alizarol, que detecta a ocorrência de leite instável não ácido (LINA). O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da estabilidade do leite de vacas Holandesas sobre as características do queijo mussarela. Foram coletados 30 litros de leite de alta estabilidade e 30 litros de leite de baixa estabilidade. Os leites foram processados para a fabricação do queijo mussarela. Foram avaliados o rendimento, a textura, o derretimento e a composição centesimal dos queijos, após a estabilização, por onze dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e sete repetições (peças de queijos). Para a comparação das médias utilizou-se o teste t a 5% de significância. O pH do queijo variou entre 4,9 a 5,3. Os teores de umidade não apresentaram diferença. Assim como o rendimento dos queijos elaborados. O derretimento do queijo fabricado com o leite de alta estabilidade foi maior em relação ao queijo de baixa estabilidade. Conclui-se que leite LINA instável na concentração de etanol a 74% pode ser utilizado na fabricação do queijo mussarela sem causar prejuízos quanto ao rendimento e composição do produto, contudo reduz o teor de derretimento do queijo.

**Palavras-chaves:** estabilidade ao etanol, LINA, qualidade do leite, queijo mussarela, raça holandesa

## ABSTRACT

Industries are increasingly demanding to obtain a standard of raw material received for the production of dairy products. One of the main processes carried out by dairy products to guarantee the quality of their products is the alcohol/alizarol test, which detects the occurrence of non-acid unstable milk (NAUM). The objective of this work was to evaluate the influence of the stability of milk from Holstein cows on the characteristics of mozzarella cheese. 30 liters of high stability milk and 30 liters of low stability milk were collected. The milks were processed for the manufacture of mozzarella cheese. Yield, texture, melting and chemical composition of the cheeses were evaluated after stabilization for eleven days. The experimental design was completely randomized with two treatments and seven replications (cheese pieces). To compare means, the t test at 5% significance was used. The pH of the cheese ranged from 4.9 to 5.3. Moisture contents showed no difference. As well as the yield of elaborated cheeses. The melting of the cheese made with the high stability milk was higher in relation to the low stability cheese. It is concluded that LINA milk unstable in 74% ethanol concentration can be used in the manufacture of mozzarella cheese without causing damage to the yield and composition of the product, however, it reduces the melting rate of the cheese.

**Keywords:** ethanol stability, NAUM, milk quality, mozzarella cheese, Holstein breed

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Etapas básicas de elaboração do queijo mussarela.....	14
--	----

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Médias e desvio-padrão das análises de pH, extrato seco total (EST), umidade, acidez titulável, derretimento, proteína total, índice de extensão da proteólise (IEP) e índice da profundidade da proteólise (IPP) de queijos fabricados com leite de alta estabilidade e baixa estabilidade ao etanol ..... 19

**Tabela 2.** Perfil de textura do queijo Mussarela produzido com o leite de alta estabilidade e baixa estabilidade ao etanol ..... 22

**LISTA DE ABREVIACOES**

CCS	Contagem de Células Somáticas
CPP	Contagem Padrão em Placas
EST	Extrato Seco Total
ETL	Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais
IEP	ndice de Extensão da Proteólise
IPP	ndice de Profundidade da Proteólise
LINA	Leite Instável Não cido
RTIQ	Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade
TCA	cido Tricloroacético
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UR	Umidade Relativa

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	12
2.1 Processamento do queijo tipo mussarela .....	13
2.2 Análises físico-químicas do queijo mussarela .....	15
2.2.1 Derretimento .....	16
2.2.2 Acidez titulável .....	16
2.2.3 Umidade.....	16
2.2.4 Determinação de proteína total (Método de Kjeldahl) e proteína solúvel em TCA 12% (Índice de profundidade da proteólise - IPP) em pH 4,6 (Índice de extensão da proteólise - IEP) .....	16
2.3 Perfil de textura do queijo mussarela.....	17
2.4 Delineamento experimental .....	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	18
4 CONCLUSÕES .....	22
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22

## 1.INTRODUÇÃO

O leite é um alimento de alto valor biológico, visto que a sua composição é rica em nutrientes como proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas (BRASIL et al.,2015). O leite bovino apresenta diversas funções biológicas e possui papel de suma importância nas características dos produtos lácteos, pois influencia no rendimento de queijos e outros produtos e nas propriedades físico-químicas (Ye *et al.*, 2011).

Atualmente, as indústrias alimentícias vêm se adaptando diante das condições impostas pelos consumidores, visto que estão cada vez mais exigentes na escolha de alimentos. Visando a aquisição de um leite de maior qualidade, cooperativas e indústrias de laticínios estão aplicando descontos e/ou bonificações no preço pago no litro de leite. Neste sentido, o sistema de pagamento por qualidade do leite é uma ferramenta que beneficia tanto a indústria quanto o produtor. A indústria recebe um produto de maior qualidade, o que confere maior rendimento na fabricação de derivados lácteos, e o produtor terá melhores resultados econômicos com a atividade.

A qualidade do leite é influenciada por muitos fatores, entre os quais se destacam os zootécnicos, associados com a alimentação dos animais, manejo, potencial genético dos rebanhos e fatores relacionados à obtenção e armazenagem do leite (MOURA *et al.*, 2017). A estabilidade do leite constitui um dos parâmetros de qualidade exigidos pela legislação e sua avaliação é determinada por meio da realização do teste do álcool/alizarol (com concentração mínima de 72% v/v). Este teste é primeiramente realizado na propriedade, antes do carregamento e, posteriormente, na indústria, por meio da acidez titulável.

O teste do álcool ou prova do alizarol analisa a estabilidade das caseínas, principal proteína do leite. Esse teste promove a desidratação do leite, reduzindo a constante dielétrica do meio, o que leva ao aumento da dissolução de sais e à redução da carga negativa das micelas, fazendo com que aumente a precipitação das caseínas (MARQUES *et al.*, 2007). Um leite de alta estabilidade resiste ao teste do álcool, ou seja, não precipita. Já um leite de baixa qualidade resulta em uma precipitação (apresenta a formação de grumos) quando submetido ao teste do alizarol. Quando o leite é instável, mas apresenta pH dentro da faixa de normalidade (6,6 – 6,8), o leite é classificado como LINA (Leite instável não ácido). O LINA é instável ao álcool, porém, apresenta com acidez titulável entre 0,14 -0,18 g de ácido láctico/100 mL de leite, sendo, portanto, considerado um leite instável não ácido (FISCHER, 2005). A utilização do LINA pela indústria pode

provocar prejuízos devido seu menor rendimento no processamento industrial, uma vez que este tipo de leite pode apresentar menores teores de lactose, proteína e de gordura, comprometendo a produção de derivados (FISCHER *et al.*, 2011). No entanto, trabalhos (LAZZAROTTO, 2013) mostram que dependendo da concentração de álcool utilizada, o LINA pode ser utilizado para a fabricação de outros derivados, que não exigem altas temperaturas durante o processamento térmico.

A ocorrência de instabilidade no leite é complexa e as causas são múltiplas, porém, ainda não foram completamente esclarecidas. Segundo Zanela *et al.* (2015), vários fatores interferem na qualidade do leite, como fatores genéticos, dentre eles a espécie, raça e a individualidade do animal, fatores intrínsecos do animal (idade, estágio de lactação e número de lactação), fatores nutricionais, fatores ambientais o que incluem as condições ambientais, estresse, estação do ano e manejo, e fatores extrínsecos como sanidade e contaminação bacteriana.

Entre os derivados lácteos mais consumidos no Brasil e no mundo estão os queijos. No Brasil, a comercialização de queijos vem apresentando aumento significativo nos últimos anos, principalmente devido às mudanças no perfil dos consumidores. Dentre os queijos mais consumidos pelos brasileiros estão, nesta ordem: o queijo mussarela, queijo minas frescal, requeijão e queijo prato (SIQUEIRA, 2021). Portanto, a mussarela se destaca, estando presente em vários tipos de pratos da culinária nacional e estrangeira.

O mussarela é uma variedade de queijo de massa filada, macio e úmido. Apresenta, em média, a seguinte composição: umidade média de 43%; gordura de 22% a 24% e pH entre 5,1 e 5,3 (SILVA, 2005). Segundo Albuquerque (2003), para a mussarela ser considerada de qualidade deve possuir uma crosta fina, textura semi-dura, cor esbranquiçada e sabor ligeiramente ácido e salgado.

Diante das questões relacionadas com a estabilidade do leite e do destaque do queijo mussarela como o derivado lácteo e a preocupação com suas características durante o processamento, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do leite de alta e baixa estabilidade no processamento do queijo tipo mussarela, com relação ao rendimento, textura e composição química.

## **2.MATERIAL E MÉTODOS**

Os queijos do tipo Mussarela foram produzidos na planta piloto da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (ETL Queijos) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). O experimento consistiu na avaliação de dois tratamentos: 1) Queijo mussarela produzido com leite de baixa estabilidade; 2) Queijo mussarela produzido com leite de alta estabilidade. Foram coletados leites com dois níveis de estabilidade: leite de baixa estabilidade (instável ao etanol 74%) e leite de alta estabilidade (estável ao etanol a 82%). O critério para definir o nível de estabilidade do leite foi o teste do etanol nas concentrações acima citadas.

### **2.1 Processamento do queijo tipo mussarela**

Na fabricação dos queijos, para cada batelada, foram utilizados 30 litros de leite. O leite estável foi coletado em duas propriedades localizadas no município de Carambeí-PR, e o leite instável foi coletado de uma propriedade localizada no município de Ponta Grossa. Ambos os leites (de alta e baixa estabilidade) foram coletados de animais da raça Holandesa e apresentaram teor de CCS médio de 400 mil cels/mL e CPP com média de 100 mil UFC/mL.

Os equipamentos e utensílios utilizados na fabricação dos queijos foram previamente higienizados com detergente neutro e sanitizados com hipoclorito de sódio. Para a confecção do queijo, o leite foi coletado diretamente do tanque de resfriamento de cada propriedade e armazenado em galões de 30 litros, para o transporte até a ETL Queijos.

O leite foi pesado e após foi pasteurizado a temperatura de 60°C por 30 minutos, seguidos de resfriamento por circulação de água fria, com o objetivo de abaixar a temperatura para 36°C. O leite foi submetido ao processo de produção de queijo mussarela, de acordo com o protocolo determinado pela ETL Queijos, conforme a Figura abaixo (Figura 1).

**Figura 1** – Etapas básicas de elaboração do queijo mussarela.

PASTEURIZAÇÃO (30 minutos a 60°C)
RESFRIAMENTO (Até 36°C)
ADIÇÃO DA CULTURA LÁCTICA (0,50 g de <i>Streptococcus thermophilus</i> )
ADIÇÃO DO CLORETO DE CÁLCIO 50% (4mL de CaCL <sub>2</sub> /10L de leite)
ADIÇÃO DO COALHO LÍQUIDO
COAGULAÇÃO (32-35°C por 35 a 50 min até ponto de corte)
CORTE
RETIRADA PARCIAL DO SORO (Retira-se 20% de soro)
AQUECIMENTO (Até 42°C)
TRATAMENTO DA MASSA
DESSORAGEM (Retirada do soro)
ACIDIFICAÇÃO (Até pH do soro chegar em 5,3)
PRÉ-PRENSAGEM
FILAGEM (Água a 90°C)
PRENSAGEM
RESFRIAMENTO (Temperatura ambiente)
RENDIMENTO
SALGA (Salmoura com 21% de sal)
EMBALAGEM
ESTABILIZAÇÃO (11 dias em câmara de maturação)

Fonte: Adaptado de ETL Queijos.

Foi adicionada 0,50g de cultura láctica termofílica liofilizada, contendo o microrganismo *Streptococcus thermophilus* e por último foram adicionados 4 mL de cloreto de cálcio 50% para cada 10L de leite. Posteriormente foi acrescentado 9 mL

de coalho líquido para cada 10 L de leite. Logo após a mistura dos ingredientes, o processo de coagulação durou cerca de 40 minutos. O corte da coalhada foi feito com liras e a massa foi mexida de forma lenta e contínua por cerca de 20 minutos. Em seguida, foi retirado 20% do soro em relação ao volume inicial do leite utilizado. A massa foi aquecida até atingir 42°C, e novamente, foi mexida até atingir o ponto onde, ao ser pressionada, mantivesse o formato e depois se desfazia. O soro foi drenado, mas não por completo, para determinação do rendimento da quantidade de soro.

Foram analisados o pH da massa e do soro ao longo do processo de acidificação, até o pH atingir o valor de 5,3. Em seguida iniciou-se o processo de filagem da massa em água a 90°C e a massa filada foi enformada em formas de polipropileno de 500 gramas. Foram produzidas 7 peças de queijos de com leite de alta estabilidade e 7 peças de queijos com leite de baixa estabilidade.

Previamente ao resfriamento das peças em temperatura ambiente, foi realizada a salga em salmoura com 21% de sal e pH em torno de 5,25 – 5,4 por 14 horas, em câmara de maturação. Posteriormente, as peças foram secas e após embaladas à vácuo e conservadas na câmara com 85% de umidade, em temperatura de 10 - 12 °C, por um período de onze dias, para a fase de estabilização.

## **2.2 Análises físico-químicas do queijo mussarela**

Foram avaliados o rendimento e a composição dos queijos após a estabilização. A curva de fermentação foi obtida por meio da medição do pH da massa com auxílio de um pHmetro e a acidez do leite foi determinada antes e depois da adição da cultura. A acidez do soro foi analisada durante todo o processo de produção. Os procedimentos foram realizados de acordo com a metodologia da AOAC (1990).

A análise de pH foi avaliada utilizando a peça inteira dos queijos. Após a determinação do pH, os queijos foram moídos para a realização das análises da acidez, umidade, proteína total, índice de extensão da proteólise (IEP) e índice da profundidade da proteólise (IPP).

### **2.2.1 Derretimento**

Os queijos foram analisados em relação ao parâmetro de derretimento, segundo a metodologia descrita por Pizzaia *et al.* (2003). Foi retirada uma amostra, por meio de um cilindro de 20 mm de diâmetro e foi cortada fatias de 7 mm de espessura, desconsiderando a primeira e a última fatia. As fatias foram distribuídas no

centro de uma placa de Petri e deixadas por um período de trinta minutos em temperatura ambiente. Após este período, as amostras foram colocadas por sete minutos na estufa a 107°C. Posteriormente, o diâmetro de cada amostra foi calculado através da média dos diâmetros, considerando o valor antes e depois do derretimento. Para calcular a porcentagem do derretimento, foi utilizado a seguinte equação:

$$\% \text{ de derretimento} = \frac{(Df - Di) \times 100}{Di}$$

Onde:

Df: diâmetro da amostra após o derretimento

Di: diâmetro da amostra antes do derretimento

### 2.2.2 Acidez titulável

Para a determinação da acidez titulável do queijo, foi aquecido 400 mL de água destilada na temperatura de 60°C e pesadas três amostras de 9,95 a 10,05 g de queijo. As amostras foram colocadas em béquer com 95 mL da água destilada e foram processadas em mixer por 30 segundos. As amostras foram colocadas em freezer por um período de 15 minutos para a solidificação da gordura. Em seguida, foi realizada a filtragem da amostra e, posteriormente, a titulação. Para calcular a porcentagem da acidez titulável, foi utilizado a seguinte equação:

$$\% \text{ acidez titulável} = \frac{(\text{ml NaOH}) \times (3,3735)}{\text{g de queijo}}$$

### 2.2.3 Umidade

Para determinar o teor de umidade, foram pesados 2 g do queijo moído em dois cadinhos de porcelana, previamente tarados. As amostras foram colocadas em estufa a 102°C por um período de 24 horas. Pesou-se o cadinho com a amostra seca. Para calcular a porcentagem da umidade, foi utilizado a seguinte equação:

$$\% \text{ de umidade} = Mi - (Mf - Pc) \times 100$$

Onde:

Mi: massa inicial da amostra

Mf: massa final da amostra

Pc: massa do cadinho

2.2.4 Determinação de proteína total (Método de Kjeldahl) e proteína solúvel em TCA 12% (Índice de profundidade da proteólise - IPP) e em pH 4,6 (Índice de extensão da proteólise - IEP)

A análise de proteólise foi realizada com o intuito de determinar a quantidade de nitrogênio total de uma amostra. Para a determinação da proteína total, foi pesado cerca de 0,5 g do queijo moído e acrescentado catalisador e ácido sulfúrico. Foi realizada a digestão das amostras. Após para a realização da destilação foi adicionado 12 mL de ácido bórico 4% em erlenmeyer de 250 mL, aproximadamente 40 mL de água destilada e 3 gotas de indicador. Foi adicionado 55 – 60 mL da solução de NaOH e a destilação foi realizada até completar 125 mL de volume no erlenmeyer. E por fim, foi realizada a titulação com ácido clorídrico 0,1N da solução destilada até a mudança da cor do destilado (de azul para roxo).

Para a determinação da proteína solúvel em TCA 12% foi pesado cerca de 1,50 g do queijo moído e preparado a solução de TCA 12% (250 mL de água destilada com 250 ml do TCA). Foram adicionados 25 mL de TCA 12% na amostra, em um béquer de vidro e, posteriormente, foi processado em mixer por um período de 30 segundos em velocidade baixa. Em seguida, a mistura foi filtrada. Foi coletado todo este filtrado e acrescentado catalisador e ácido sulfúrico. Foi realizada a digestão e após, a titulação, assim como na determinação da proteína total.

Para a determinação de nitrogênio solúvel em pH 4,6, mediu-se 25 mL da solução previamente preparada em pH 4,6 e se transferiu para um béquer de 250 mL juntamente com a amostra de queijo moída. Filtrou-se em papel filtro. Com esta solução foi feita análise de proteína pelo método de micro Kjeldahl.

Para calcular a porcentagem de nitrogênio total foi realizado os seguintes cálculos:

$$\% \text{ de nitrogênio} = \frac{1,4007 \times (\text{ml HCL amostra} - \text{ml HCL branco}) \times N \text{ HCL}}{\text{peso da amostra}}$$

$$\% \text{ de nitrogênio solúvel em TCA} = \% \text{ de nitrogênio} \times FR$$

$$\% \text{ de proteína solúvel em TCA} = \% \text{ de nitrogênio solúvel em TCA} \times FR$$

Onde:

FR: fator de recuperação

Fator de recuperação do nitrogênio solúvel em TCA = 98,5%

Fator de recuperação da proteína solúvel em TCA = 6,38

### **2.3 Perfil de textura do queijo mussarela**

Para a avaliação do perfil de textura (TPA) foram realizados utilizando um texturômetro TA-XT plus Texture Analyser (Stable Micro Systems). As amostras de queijos foram cortadas em 20 mm de diâmetro e altura de 4 cm. As amostras passaram por compressão a 30% de altura inicial, com velocidade de teste de 0,80 m/s, com probe cilíndrico de alumínio a 25°C.

O texturômetro trabalhou conectado ao computador e os dados coletados foram processados e apresentados pelo programa "Texture Pro". As determinações foram realizadas em triplicata e os atributos analisados foram: dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade.

### **2.4 Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (leite de alta e baixa estabilidade) e 7 repetições (peças de queijos) por tratamento. Realizou-se o teste F para analisar a homogeneidade de variância. Para a comparação das médias utilizou-se o teste t, considerando-se o nível de 5% de significância.

## **3.RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O rendimento econômico é aquele em que a fábrica analisa a quantidade, em quilos, de queijos produzidos em relação à quantidade de litros de leite utilizado, ou seja, rendimento em litros por quilo (SILVA et al., 2021). O rendimento do queijo proveniente do leite de alta estabilidade foi de 8,84 L de leite para um quilo de queijo, enquanto o queijo produzido com leite de baixa estabilidade foi de 8,64 L de leite para um quilo de queijo, não havendo diferença significativa. Portanto, a utilização do leite instável ao álcool a 74% para fabricação do queijo mussarela não comprometeu seu rendimento.

A instabilidade do leite pode causar alterações no equilíbrio mineral, resultando em problemas como o aumento do tempo de coagulação na fabricação de queijos

(NEVES, 2021). Entretanto, o processo de coagulação dos queijos produzidos com leite de baixa estabilidade foi superior em apenas 3 minutos em relação ao queijo produzido com leite de alta estabilidade (48 x 45 minutos, respectivamente). Desta forma, verifica-se que a utilização de leite instável não comprometeu o tempo de coagulação do queijo.

A etapa de acidificação é proporcionada pela fermentação da lactose em ácido láctico, pela ação das bactérias lácticas. No decorrer do processo de fermentação, o cálcio que interliga a matriz proteica é removido pelo ácido láctico (proveniente da fermentação da lactose). A filagem ocorre quando a maior parte do cálcio é perdido (MOSTARO, 2021). Assim que o pH diminui, a massa do queijo torna-se mais flexível. O pH ideal para a filagem do queijo mussarela é 5,3 (MOSTARO, 2021). Nesse valor, a massa apresenta teores de cálcio satisfatórios para uma filagem. Entretanto, o queijo de baixa estabilidade chegou no ponto de filagem no pH 5,6.

As médias das análises dos queijos Mussarela produzidos com leite de alta e baixa estabilidade que foram avaliadas quanto ao pH, extrato seco total (EST), umidade, acidez titulável, derretimento e proteína, estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 01.** Médias e desvio-padrão das análises de pH, extrato seco total (EST), umidade, acidez titulável, derretimento, proteína total, índice de extensão da proteólise (IEP) e índice da profundidade da proteólise (IPP) de queijos fabricados com leite de alta estabilidade e baixa estabilidade ao etanol.

Parâmetro	Mussarela com leite de alta estabilidade	Mussarela com leite de baixa estabilidade	P
pH	4,99±0,05	5,25±0,01	<0,001
EST (%)	50,55±8,97	56,95±0,48	0,14
Umidade (%)	41,83±0,99	43,05±0,48	0,08
Acidez Titulável (°D)	0,61±0,03	0,58±0,04	0,25
Derretimento (%)	29,62±5,93	10,60±0,17	<0,001
Proteína total (%)	22,79±3,23	21,57±0,77	0,55
Índice de extensão da proteólise	0,46±0,22	0,60±0,29	0,42
Índice da profundidade da proteólise	0,31±0,39	0,12±0,03	0,28

Valores de  $P < 0,05$ , diferem pelo teste de Tukey. Alta estabilidade: estável ao etanol a 82%; Baixa estabilidade: estável ao etanol a 72% e instável ao etanol 74%.

Fonte: A autora.

A determinação do pH é importante visto que este parâmetro influencia a textura,

a atividade microbiana e a maturação dos queijos, pois as enzimas do coalho catalisam as reações químicas e estas dependem do pH (OLIVIERI, 2004). O pH ideal para o queijo mussarela varia entre os valores de 5,1 a 5,3 (MENDES et al., 2015), o queijo produzido com leite de alta estabilidade não se encontra dentro do valor de referência. Durante o processo de fabricação e maturação do queijo, ocorre a decomposição das caseínas devido a ação de agentes proteolíticos. Em geral, estes agentes envolvidos são o coalho, as enzimas nativas do leite (como a plasmina) e aquelas provenientes da contaminação eventual (BALDINI, 1998). A diferenciação dos valores de pH para o queijo de baixa estabilidade com o de alta estabilidade, pode ser devido a ação da cultura sobre a lactose (FURTADO et al., 1980). Segundo os autores, esta ação sobre a lactose pode implicar em uma alteração do sabor e na textura do queijo.

Os teores de umidade não apresentaram diferenças significativas. Este parâmetro está relacionado com o processamento, principalmente nas etapas de prensagem e manipulação da massa, onde ocorre a interferência na retenção de gordura e umidade (NASSU et al., 2001).

A umidade está relacionada com a redução no tempo de prateleira dos alimentos, pois contribui com o crescimento microbiano. De acordo com os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade (RTIQ) e com os teores de umidade encontrados, os queijos são caracterizados como de média umidade (36 – 45,9%). Os queijos obtidos são classificados como de média umidade. Diante disso, tanto o queijo de alta estabilidade quanto o de baixa, tendem a apresentar uma maior conservação e, conseqüentemente, um maior tempo de vida de prateleira.

O extrato seco total (EST) caracteriza o peso dos sólidos totais presentes no queijo, tais como sais, gorduras e proteínas. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) no EST entre os queijos com leite de alta e baixa estabilidade.

Os valores de acidez titulável não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ), no entanto, o queijo produzido com o leite de alta estabilidade apresentou acidez titulável numericamente maior em relação ao de baixa estabilidade. O aumento da acidez titulável, pode ser atribuído à degradação da lactose residual, assim como foi verificado anteriormente na diferenciação dos valores de pH.

Durante o tempo de armazenamento do queijo ocorre o enfraquecimento da sua matriz proteica, por consequência da ação proteolítica do coalho (CHIESA et al., 2011). Este processo é chamado de proteólise primária e está relacionado com um aumento na

capacidade de derretimento (FOX, 1989). O derretimento é um parâmetro importante, pois reflete a facilidade que o queijo poderá derreter quando submetido ao aquecimento. Este parâmetro está ligado diretamente com a composição e ao processo de maturação.

Segundo Chiesa et al. (2011), o aumento no percentual de derretimento pode estar relacionado com o aumento do índice de extensão da proteólise. Conforme citado anteriormente, devido a hidrólise das proteínas diante da ação do coalho, o derretimento tende a ser maior quando a degradação da proteína aumenta (NARIMATSU *et al.*, 2003). O queijo com leite de baixa estabilidade apresentou maior índice de extensão da proteólise, porém apresentou uma redução no seu percentual de derretimento. A estabilidade das micelas de caseína é importante no processo de derretimento, visto que influencia na capacidade de retenção de água e gordura pelas proteínas (COSTA et al., 2021). Diante disso, micelas de caseínas estáveis irão reter melhor a água e a gordura, resultando em melhor percentual de derretimento do queijo. Verificou-se neste estudo que o aumento do derretimento do queijo foi influenciado pelo aumento da estabilidade do leite.

O índice de profundidade da proteólise (IPP) está relacionado com a ação de endoenzimas e exoenzimas originadas da cultura láctica adicionadas na fabricação do queijo, que degradam os peptídeos. Esta fase é importante no refinamento do sabor e do aroma do queijo durante a sua maturação (BONTINIS et al., 2012). Já o índice de extensão da proteólise (IEP) está relacionado com as proteases naturais do leite e do coalho, degradam a  $\alpha$ -s1 e  $\beta$ -caseínas, liberando peptídeos de alta massa molar (NARIMATSU et al., 2003). Portanto, o índice de extensão da proteólise está relacionado com as características sensoriais e com a composição do queijo. Nenhum dos índices avaliados nos queijos sofreram alterações do nível de estabilidade do leite ( $P > 0,05$ ).

Na Tabela 2 encontram-se os dados da análise do perfil de textura dos queijos de alta e baixa estabilidade, apresentando parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade.

**Tabela 2** – Perfil de textura do queijo Mussarela produzido com o leite de alta estabilidade e baixa estabilidade

Parâmetros	Leite de alta estabilidade	Leite de baixa estabilidade	P
Dureza (N)	22,16±6,74	20,73±4,81	0,75
Adesividade (N.s)	0,44±0,27	0,44±0,54	0,99
Coabilidade	0,80±0,03	0,85±0,01	<0,05
Elasticidade	0,75±0,02	0,78±0,01	<0,05
Mastigabilidade (N)	13,36±3,65	13,75±2,91	0,88

Valores de  $P < 0,05$ , diferem pelo teste de Tukey. N: Newton.

Fonte: A autora.

A dureza é a força necessária para comprimir o queijo. Este parâmetro pode sofrer alterações devido ao teor de umidade, sendo que, quanto maior for o seu teor de umidade menor será o índice de dureza (REM, et al 2013). Porém, não houve diferenças significativas entre os queijos de alta e baixa estabilidade.

A coabilidade expressa o grau em que a massa comprimida (mastigada) se junta à boca (FOEGEDING & DRAKE, 2007). Segundo Zisu e Shah (2005), a diminuição da umidade está relacionado com o aumento da coabilidade, ou seja, quanto menor o teor de umidade, maior vai a coabilidade. Observou-se o aumento deste parâmetro ( $p < 0,05$ ) na mussarela processada com leite de baixa estabilidade.

Os queijos mostraram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na elasticidade, onde o queijo com leite de baixa estabilidade obteve maior elasticidade. Este parâmetro refere-se à habilidade da massa em retornar a sua forma inicial após submetida a pressão. O aumento da coabilidade, faz com que ocorra o aumento da elasticidade, tornando-o queijo mais elástico (PINHEIRO & PENNA, 2004). Diante disso, a elasticidade do queijo de baixa estabilidade aumentou devido ao aumento da coabilidade.

A mastigabilidade é definida com a quantidade de força necessária para mastigar um alimento até o ponto de deglutição (SANTOS et al, 2019). No presente trabalho, não houve diferenças significativas nos valores de mastigabilidade.

#### 4. CONCLUSÕES

O leite instável ao etanol a 74%, pode ser utilizado na fabricação do queijo mussarela sem causar prejuízos quanto ao rendimento e à composição do produto. No

entanto, a menor estabilidade do leite reduz o percentual de derretimento do queijo.

A realização de estudos referentes à fabricação de derivados lácteos visando obter informações quanto ao uso do leite de baixa estabilidade, é importante para reduzir o percentual de descarte deste leite e, conseqüentemente, diminuir os prejuízos para o produtor e para a indústria.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. C. de. **Os queijos no mundo**. Juiz de Fora: ILCT, 2002-2003. 5. v.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists**. 40th ed. Washington. 1990.

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, 1998. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-01092016-180059/publico/Vera\\_Lucia\\_Signoreli\\_Baldini\\_Doutorado.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-01092016-180059/publico/Vera_Lucia_Signoreli_Baldini_Doutorado.pdf). Acesso em: 28 de setembro de 2022.

BONTINIS, T. G., MALLATOU, H., PAPPA, E. C., MASSOURAS, T. H., & Alichanidis, E. (2012). Study of proteolysis, lipolysis and volatile profile of a traditional Greek goat cheese (Xinotyri) during ripening. **Small Ruminant Research**, 105, 193-201

BRASIL, R. B. et al. Estrutura e estabilidade das micelas de caseína do leite bovino. **Ciência Animal**, v. 25, n. 2, p. 71–80, 2015. Disponível em: [http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/artigo06\\_2015\\_2.pdf](http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/artigo06_2015_2.pdf). Acesso em: 03 fev. 2023.

COSTA, R. G. B. et al. Importância da relação caseína/gordura na produção de queijos. **Milk point**, 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/ilctepamig/a-importancia-da-padronizacao-da-relacao-caseinagordura-na-fabricacao-dos-queijos-227130/>. Acesso em: 03 fev. 2023.

CHIESA, M. O. e et al. Avaliação da composição química, proteólise e propriedades funcionais do queijo mussarela comercial com teor reduzido de gordura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 381, p. 28-33, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/133662>. Acesso em: 27 de setembro de 2022.

FISCHER, V. et al. Leite instável não ácido (LINA): prevenção na propriedade leiteira e impactos nos laticínios. **III Simpósio Nacional de Bovinocultura Leiteira e I Simpósio Internacional de Bovinocultura Leiteira - SIMLEITE**, v. 1, n. 3, p. 45–66, 2011.

FISCHER, V. Incidência, caracterização, quadro experimental e tratamento do leite instável não ácido (LINA) no RS. In: **Relatório técnico final das atividades desenvolvidas relativas ao projeto 474974/2003-0**. Porto Alegre: 2005. 70p.

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.

FOX, P. F. Proteolysis during cheese manufacture and ripening. **Journal of Dairy Science.**, v. 72, p. 1379-1400, 1989.

FURTADO, M. M.; DE SOUZA, H. M.; MUNCK, A.V. A fabricação do queijo Minas Frescal sem o emprego de culturas lácticas. **Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes**, v. 35, n. 207, p. 15-21, jan./fev. 1980.

LAZZAROTTO, T.C. **Estudo da viabilidade técnica na industrialização de derivados lácteos a partir da utilização do leite instável não ácido (LINA)**. Orientador: Deisy Alessandra Drunkler, 2013. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

MARQUES, L. T.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JÚNIOR, W.; FISCHER, V. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (LINA) e efeitos sobre os aspectos físico-químicos do leite. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, p.

91-97, 2007.

MENDES, B. G.; CASTRO, K. A.; SILVA, K. A. L.; PEREIRA, A. I. A; ORSINE, J. V. C. Qualidade E Rendimento Da Mussarela Em Tempos De Armazenamento Sob Refrigeração Da Massa Acidificada. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. UTFPR - Campus Ponta Grossa - Paraná - Brasil v. 9, n. 1: p. 1744-1756, 2015.

MOURA, R. et al. Análise físico-química e microbiológica do leite cru comercializado em Roraima. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 11, n. 02, p. 29–38, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/bolmirr/article/view/796>. Acesso em: 03 fev. 2023.

MONTEIRI, M de L. G; GUILIANO, P; GABY, P; TERAN-ORTIZ; ABREU, L. R. de. Aparelho para testar a propriedade funcional de elasticidade do queijo *mozzarella para pizza (Pizza Cheese)*. **Revista do Instituto Cândido Torres**, Juiz de Fora, v.54, n.312, p. 3-5, 2000.

MOSTARO, L. Filagem da muçarela e pH da massa: qual é a relação? **Milk point**, 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/filagem-da-mucarela-e-ph-da-massa-qual-e-a-relacao-224728/>. Acesso em: 08 de jul. 2023.

NARIMATSU, A., DORNELLAS, J. R. F., SPADOTI, L. M., PIZAIA, P. D., ROIG, S.M. Avaliação da proteólise e do derretimento do queijo prato obtido por ultrafiltração. **Cienc. Technol. Aliment.**, Campinas, p. 177 – 182, dezembro, 2003.

NASSU, R.T.; LIMA, J.R; BASTOS, M.S.R.; MACEDO, B.A.; LIMA, M.H.P. **Diagnóstico das condições de processamento de queijo de coalho e manteiga da terra no estado do Ceará**. Higiene alimentar, São Paulo, v.15, n.89, p.28-36, 2001.

NEVES, T.F.F. **Estabilidade do leite: características físico-químicas e parâmetros de desempenho de rebanhos especializados das raças Holandesa e Jersey**. Tese

(Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/3479/1/Thais%20Fatima%20%20Ferreira%20Neves.pdf>. Acesso em: 27 de setembro de 2022.

OLIVIERI, D. A. Avaliação da qualidade microbiológica de amostras de queijo mussarela, elaborado a partir de leite de búfala (*Bubalus bubalis*). Tese de mestrado. **Universidade de São Paulo – USP**. Piracicaba, 2004.

PINHEIRO, M.V.S.; PENNA, A.L.B. Substitutos de Gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, Araraguara. v. 15, n. 2, p. 175 - 176, 2004.

REM, Daxi, CHEN, Bo, CHEN, Youliang, MIAO, Shuying, LIU, Jianxin. The effects of k-casein polymorphism on the texture and functional properties of mozzarella cheese. **International Dairy Journal**, v. 31, n. 2, p. 65-69, 2013.

SANTOS, A. G. et al. **Análise sensorial do perfil de textura de queijo colonial**. Orientador: Stefany Grützmänn Arcari, 2019. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Santa Catarina, 2019.

SILVA, et al. Rendimento na produção de queijos: cálculos de comparação. **Milk Point**, 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/rendimento-na-producao-de-queijos-calculos-de-comparacao-225498/>. Acesso em: 28 de setembro de 2022.

SILVA, F. T. **Queijo Mussarela**. 1º ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

SIQUEIRA, K. **O consumo de queijos pelos brasileiros**. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/kennya-siqueira/o-consumo-de-queijos-pelos-brasileiros-225212/#:~:text=O%20queijo%20%C3%A9%20um%20dos,consumo%20e%20queijos%20com%2014%25>. Acessado em: 02 de março de 2022.

YE, R.; HARTE, F. Casein maps: effect of ethanol, pH, temperature, and CaCl<sub>2</sub> on the particle size of reconstituted casein micelles. **Journal of Dairy Science**, United States, v. 96, p. 799–805, 2013.

ZANELA, M. B. et al. Leite instável não ácido (LINA): do campo a indústria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 6., 2015, Curitiba. **Anais[...]** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. p. 1-16

ZISU, B.; SHAH, N. P. Textural and functional changes in low-fat Mozzarella cheeses in relation to proteolysis and microstructure as influenced by the use of fat replacers, pre-acidification and EPS starter. **International Dairy Journal**, v. 15, n. 6-9, p. 957- 972, 2005.