

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS DO SERTÃO  
BACHARELADO EM AGROINDÚSTRIA**

**MARIA WILZA ALMEIDA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO QUEIJO MUÇARELA  
PRODUZIDO EM UM LATÍCINIO DO ALTO SERTÃO SERGIPANO**

**Nossa Senhora da Glória  
2024**

**MARIA WILZA ALMEIDA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO QUEIJO MUÇARELA  
PRODUZIDO EM UM LATÍCINIO DO ALTO SERTÃO SERGIPANO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Agroindústria da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agroindústria.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Mazzutti.

Coorientadora: Profa. Dra. Jane Delane Reis Pimentel Souza.

**Nossa Senhora da Glória  
2024**

**MARIA WILZA ALMEIDA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO QUEIJO MUÇARELA  
PRODUZIDO EM UM LATÍCINIO DO ALTO SERTÃO SERGIPANO**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Agroindústria da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Agroindústria.

Orientadora: Profa. Dra. Simone Mazzutti.

Coorientadora: Profa. Dra. Jane Delane Reis Pimentel Souza.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus pela saúde e pelas forças que me sustentaram na superação de desafios até aqui. Agradeço também à minha família e ao meu namorado Márcio L. V. pelo apoio incondicional e incentivo constante.

Meu sincero agradecimento aos professores do Departamento de Agroindústria do ‘Campus Sertão pelo valioso conhecimento compartilhado, especialmente à minha orientadora, Profa. Dra. Simone Mazzutti, pela ajuda, confiança, sugestões e orientação e minha coorientadora pela orientação.

Agradeço profundamente aos amigos que sempre me incentivaram e apoiaram, especialmente Gilvania S. e Ângela Melo S.

Sou grata ao Laticínio por disponibilizar o espaço necessário para a realização deste estudo e a Universidade Federal de Sergipe- Campus do Sertão.

Também quero expressar minha gratidão a todos que me acompanharam ao longo destes anos de estudos e contribuíram de alguma maneira.

## RESUMO

Em Sergipe, a cadeia produtiva do leite impacta diretamente no desenvolvimento da região, já que é a principal fonte de renda dos sertanejos. Em Nossa Senhora da Glória, estão localizadas grandes indústrias de laticínios e queijarias de pequeno porte, sendo o queijo muçarela um dos produtos mais fabricados. Diante disso, o objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade físico-química do queijo muçarela produzido em um laticínio do Alto Sertão Sergipano durante um trimestre do ano de 2024 (junho, julho e agosto). Para tal, a amostragem consistiu na retirada de uma peça de queijo muçarela de 4kg de cada lote produzido diariamente de duas marcas, onde no laboratório de qualidade foram realizadas as análises de umidade, gordura, extrato seco total e gordura no extrato seco. Os resultados foram comparados com a legislação para determinar o percentual de amostras das duas marcas que estavam em conformidade ou não com os padrões estabelecidos. Além disso, para comparar as amostras das duas marcas, foi realizado um teste F com nível de significância de 5%, utilizando o Excel, para verificar a homogeneidade das variâncias entre as duas marcas. Os resultados mostraram que o queijo muçarela de ambas as marcas, atenderam em 100% os critérios físico-químicos, para os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (umidade de 45% e gordura no extrato seco de 46% a 47%). Além disso, os valores médios encontrados para ambas as marcas, referente ao teor de gordura de 25% a 26,2% e de extrato seco total de 54%, indicam que os queijos atendem aos requisitos de qualidade esperados. Ademais, as variâncias dos parâmetros das duas marcas não diferiram significativamente entre si ( $p > 0,05$ ). Portanto, os parâmetros físico-químicos avaliados demonstram que o queijo muçarela fabricado neste laticínio, durante o período estudado, apresentou-se como produto de qualidade e em conformidade com a legislação brasileira.

**Palavras-chave:** Leite; Umidade; Gordura no Extrato seco.

## ABSTRACT

In Sergipe, the milk production chain directly impacts the region's development, as it is the main source of income for the locals in the Sertão region. In Nossa Senhora da Glória, there are large dairy industries and small-scale cheese factories, with mozzarella cheese being one of the most commonly produced products. Given this, the objective of this study was to evaluate the physicochemical quality of mozzarella cheese produced in a dairy facility in the Alto Sertão region of Sergipe during a quarter of 2024 (June, July, and August). To achieve this, the sampling process involved collecting a 4kg piece of mozzarella cheese from each batch produced daily from two brands. In the quality laboratory, analyses of moisture, fat, total dry extract, and fat in the dry extract were conducted. The results were compared with the legal standards to determine the percentage of samples from two brands that complied with the established standards. Additionally, to compare the samples from two brands, an F-test with a 5% significance level was conducted using Excel to verify the homogeneity of variances between the two brands. The results showed that mozzarella cheese from both brands fully met the physicochemical criteria (100% compliance) for the parameters established by current legislation (moisture at 45% and fat in the dry extract at 46% to 47%). Furthermore, the average values found for both brands regarding fat content (25% to 26.2%) and total dry extract (54%) indicate that the cheeses meet expected quality requirements. Moreover, the variances of the parameters for two brands did not differ significantly from each other ( $p > 0,05$ ). Therefore, the physical-chemical parameters evaluated demonstrate that the mozzarella cheese manufactured in this dairy, during the period studied, presented itself as a quality product and in compliance with Brazilian legislation.

**Keywords:** Milk; Moisture; Fat in dry extract.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1.** Etapas do processo de fabricação de queijo muçarela.

**Figura 2.** Analisador de umidade.

**Figura 3.** Resultado da gordura no butirômetro.

**Figura 4.** Média mensal da umidade do queijo muçarela das marcas A e B.

**Figura 5.** Média mensal da gordura do queijo muçarela das marcas A e B.

**Figura 6.** Média mensal do extrato seco total do queijo muçarela das marcas A e B.

**Figura 7.** Média mensal da gordura do extrato seco do queijo muçarela das marcas A e B.

## LISTA DE QUADROS

**Quadro 1.** Quantidade de amostras de cada marca durante os meses de junho, julho e agosto.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos para leite cru refrigerado estabelecidos pela IN 76/2018.

**Tabela 2.** Parâmetros físico-químicos estabelecidos para o queijo muçarela estabelecidos pelo RTIQ, Portaria nº364.

**Tabela 3.** Resultados da média, desvio padrão e teste F do queijo muçarela das marcas A e B dos meses de junho a agosto.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ADEMA**- Administração Estadual do Meio Ambiente

**EMDRAGO** - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe

**EST**- Extrato Seco Total

**GES** - Gordura no Extrato Seco

**IBGE**- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IN 76/2018** - Instrução Normativa nº 76 de 26 de novembro de 2018

**MAPA**- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**POF**- Pesquisa de Orçamentos Familiares

**RIISPOA**- Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

**RPM**- Rotação por minuto

**RTIQ**- Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo

**SIE/SE** - Serviço de Inspeção Agroindustrial, Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal do Estado de Sergipe

**SISBI** - Sistema Brasileiro de Inspeção

**U**- Umidade

**US\$**- Dólar americano

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1 SETOR DE LÁCTEOS.....	14
2.1.1 LEITE.....	15
2.2 QUEIJO MUÇARELA.....	16
2.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO QUEIJO MUÇARELA.....	18
2.3.1 Umidade.....	18
2.3.2 Gordura.....	19
2.3.3 Extrato Seco Total.....	20
2.3.4 Gordura no Extrato Seco.....	20
2.4 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO MUÇARELA.....	20
2.4.1 Fatiabilidade.....	20
2.4.2 Derretimento.....	21
2.4.2.1 Derretimento: efeitos do pH de filagem da massa.....	22
2.4.2.2 Efeitos do teor de umidade no derretimento.....	22
2.4.3 Óleo livre.....	22
2.4.4 Elasticidade.....	23
2.4.5 Escurecimento.....	23
2.5 PRINCIPAIS DEFEITOS DO QUEIJO MUÇARELA.....	23
2.5.1 Depressão da massa da muçarela.....	24
2.5.2 Problemas no fatiamento.....	24
2.5.3 Estufamento precoce e tardio.....	24
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	25
3.1 Objetivo geral.....	25
3.2 Objetivos específicos.....	25
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	25
4.1 Amostragem.....	25
4.2 Determinação de umidade.....	26
4.3 Determinação do teor de gordura.....	26
4.4 Extrato Seco Total.....	27
4.5 Gordura no Extrato Seco.....	27
4.6 Análise dos dados.....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28

5.1	Umidade .....	28
5.2	Gordura .....	30
5.3	Extrato seco total.....	32
5.4	Gordura no extrato seco .....	32
5.5	Teste F.....	34
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O queijo muçarela é originalmente da Itália, produzido com leite de búfala, apresentando alto teor de gordura, promovendo sabor e texturas exclusivas. No Brasil, grande parte da produção de muçarela é de leite de vaca, com textura macia, de massa fresca, com sabor suave, feita para fatiar (Furtado, 2016).

A muçarela é um queijo popular, isso se dá devido sua versatilidade no uso culinário, com sabor e textura agradável ao paladar. O consumo de muçarela é bastante significativo, podendo chegar a um consumo médio per capita de 5,6 kg/ano de queijos no Brasil. A muçarela está entre os queijos mais consumidos no país, com predominância nas regiões sudeste e sul. Isso ocorre pela popularidade do produto, sendo amplamente utilizada na culinária nacional (Forti, 2024).

Na indústria brasileira de derivados lácteos, a muçarela é um dos queijos mais produzidos e a tecnologia aplicada é bem diversificada. A muçarela, destinada para preparação de lanches deve apresentar características como: boa fatiabilidade, não escurecer quando assada e não separar uma grande quantidade de gordura (Furtado, 2016). Para obter essas características no produto final é importante atender aos parâmetros de umidade e matéria gorda no extrato seco estabelecidos pelas legislações vigentes e manter as boas práticas de fabricação durante o processo. Vale ressaltar, que o consumidor está cada vez mais exigente; com a segurança dos alimentos.

A avaliação dos parâmetros físico-químicos é de fundamental importância para a indústria e conseqüentemente para o consumidor, visto que por meio destes, tem-se um controle da qualidade dos produtos, os quais podem influenciar diretamente nas características do queijo. Dessa forma, a indústria consegue seguir os padrões de qualidade estabelecidos pelas legislações, ao avaliar estes parâmetros, e garantir a segurança do alimento para o consumidor, além de provocar a satisfação do cliente ao consumir um alimento seguro e com qualidade, conseqüentemente fidelizando a marca, o que é satisfatório para a indústria.

O setor de lácteos em Sergipe, especificamente em Nossa Senhora da Glória, é uma parte importante para a economia da região, destacando-se para a produção de leite e derivados lácteos de qualidade, como queijos, manteigas e requeijão. Desse modo, faz-se necessário avaliar a qualidade do queijo muçarela, por meio de análises físico-químicas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

## 2.1 SETOR DE LÁCTEOS

A cadeia produtiva do leite e derivados é um setor que apresenta grande importância social e econômica no Brasil. Em Sergipe, impacta diretamente no desenvolvimento da região, já que, a atividade leiteira é a principal fonte de renda dos sertanejos (Rocha *et. al.*, 2020). Esse cenário reflete o papel central que o setor desempenha no desenvolvimento regional, fornecendo subsistência e crescimento econômico para diversas comunidades.

Embora seja um grande produtor, o Brasil é também, um importador tradicional de produtos lácteos com um *déficit* de lácteos acumulados de aproximadamente US\$ 1,01 bilhão, em 2023, com alta de 68,01% em relação a 2022. A demanda insuficiente foi atendida pelas importações da Argentina e do Uruguai. O principal responsável pelas importações foi o leite em pó com valor de 67,57% entre janeiro e dezembro de 2023. No comércio internacional, o Brasil exporta produtos de baixo valor agregado e importa produtos com alto valor agregado (Soares; Ximenes, 2024).

De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do IBGE, realizada entre 2017 e 2018, o consumo médio de lácteos no Brasil é de 32,2 kg por pessoa ao ano. Os derivados mais consumidos são o leite fluido, queijos e iogurtes. Entre os queijos, a muçarela se destaca como o queijo preferido nacionalmente (Siqueira, 2021). Esses dados refletem a forte demanda por lácteos no país, o que impulsiona a produção regional e nacional.

A produção de queijos e requeijões, por exemplo, ganha destaque nas regiões Sudeste e Nordeste, com 47,2% e 22% de participação, respectivamente. Mesmo enfrentando desafios climáticos, o Nordeste possui um grande potencial para a produção de leite e derivados (IBGE, 2017). Em Sergipe, a produção de leite é destinada para o mercado interno, na sua forma *in natura* e derivados, como por exemplo: iogurtes, manteiga, queijos e bebidas lácteas. Em 2022, o mercado nacional registrou uma alta nos preços em razão da menor oferta de produto no país, motivada pela elevação nos custos de produção, como milho e a soja (Santos, 2023).

No contexto sergipano, a região do Alto Sertão Sergipano é responsável por grande parte da geração de empregos no ramo de lácteos. A cidade de Nossa Senhora da Glória concentra parte desses empregos e é onde ficam localizadas grandes indústrias de laticínios e queijarias de pequeno porte (Santos, 2023).

Segundo a Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA), no estado de Sergipe há 172 laticínios e fabriquetas, sendo licenciadas somente 42 unidades. Em 2021, para se adequar as legislações nacionais, criou-se a lei estadual, o Serviço de Inspeção Agroindustrial, Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal do Estado de Sergipe (SIE/SE), com a finalidade de permitir a adesão do estado ao Sistema Brasileiro de Inspeção (SISBI), este selo permite a comercialização do produto em âmbito nacional. Sergipe aderiu este selo em março de 2022, oferecendo mais estímulos para a regularização e profissionalização do setor de laticínios. De acordo com a EMDRAGO, em Nossa senhora da Glória 10 empresas possuem o selo SIE/SE e 3 empresas possuem o selo SIF (Santos, 2023).

Sergipe é destaque nacional em industrialização e aquisição de leite, o estado chegou a produzir 118.399 milhões de litros no primeiro trimestre de 2024 apresentando uma alta de 6% comparado com o mesmo período do ano anterior. Em 2023, Nossa Senhora da Glória beneficiava aproximadamente 2 milhões de litros de leite por dia, a produção de leite diariamente na região é de aproximadamente 66,7 milhões no ano de 2022 (Sergipe, 2022; Sergipe, 2024).

### 2.1.1 LEITE

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020, Art. 235, “entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas” (BRASIL, 2020).

A qualidade e a composição do leite são fundamentais para a indústria de laticínios, considerando a relação entre a qualidade da matéria-prima e o rendimento econômico. Desse modo é importante que o leite, matéria-prima utilizado no processo de fabricação do queijo muçarela, atenda aos parâmetros de qualidade estabelecidos pela legislação vigente (Silva, et al. 2018). A Tabela 1 apresenta os parâmetros físico-químicos para leite cru refrigerado estabelecidos pela IN 76/2018.

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos para leite cru refrigerado estabelecidos pela IN 76/2018.

PARÂMETROS	REQUISITOS
Teor de gordura (g/100g)	Mínimo 3,0
Proteínas (g/100g)	Mínimo 2,9
Lactose anidra (g/100g)	Mínimo 4,3
Extrato seco desengordurado (g/100g)	Mínimo 8,4
Sólidos totais (g/100g)	Mínimo de 11,4
Acidez titulável (g de ácido láctico/ 100mL)	Entre 0,14 a 0,18
Teste alizarol 72% (v/v)	Estável
Densidade relativa (15°C/15°C)	Entre 1,028 a 1,034
Índice crioscópio (°H)	Entre -0,530°H a -0,555°H

Fonte: BRASIL, 2018.

## 2.2 QUEIJO MUÇARELA

Segundo o Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa (VOLP), criado pela Academia Brasileira de Letras, conforme é encontrada em prestigiados dicionários como Houaiss e o Aurélio, a palavra correta é muçarela. Todavia, a utilização da grafia mussarela, mesmo que incorreta, se tornou popular no Brasil sendo largamente usada na maioria das citações ao produto. Desse modo, o termo mussarela é visto como correto e aceito em todo território nacional, nos meios técnicos, culinários e comerciais (Furtado, 2016).

O Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Queijo Mozzarella (muzzarela ou mussarela), estabelecido pela Portaria n° 364, de 4 de setembro de 1997, define o queijo mussarela da seguinte forma:

Entende-se por queijo mussarela o queijo que se obtém por filagem de uma massa acidificada, (produto intermediário obtido por coagulação de leite por meio de coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas), complementada ou não pela ação de bactérias lácticas específicas.

No Brasil, encontra-se entre os queijos mais consumidos, devido ao alto consumo de pizza. É um queijo de massa filada, macio, relativamente úmido e possui um formato tradicional paralelepípedo, mas também pode ser encontrado em outras formas, como palito, bolinha e nozinho, utilizados no consumo de mesa. O queijo muçarela possui na sua composição, em média: umidade entre 43% a 46%, gordura de 22% a 24%, teor de sal entre 1,6% a 1,8% e pH de 5,1 a 5,3 (Silva, 2016).

As propriedades funcionais são essenciais e esperadas em alguns tipos de queijos, sendo essas, relacionadas com a finalidade de uso que se deseja para o mesmo (Oliveira, 2016). No caso do queijo muçarela, destacam-se as seguintes propriedades funcionais: elasticidade, fatiabilidade, derretimento, óleo livre e escurecimento (Furtado, 2016).

A produção de queijo muçarela exige o cumprimento rigoroso das Boas Práticas de Fabricação (BPF) para garantir um produto seguro e de alta qualidade, sem riscos à saúde do consumidor (Santos *et al.*, 2020). A Figura 1 ilustra as principais etapas do processo de fabricação de queijo muçarela.

**Figura 1.** Etapas do processo de fabricação de queijo muçarela.



Fonte: Adaptado de Silva (2016).

Como pode ser observado na Figura 1, o processo de produção do queijo muçarela envolve várias etapas, começando pela padronização do leite, nesta operação ajusta-se o teor de gordura entre 2,8% e 3,1%; já a pasteurização elimina microrganismos contaminantes ao

aquecer o leite entre 72°C e 75°C por 15 segundos, seguido pelo resfriamento até 34°C. Na etapa de preparo para coagulação, são adicionados fermento, cloreto de cálcio e coalho para formar a coalhada. O fermento produz ácido láctico, o cloreto de cálcio repõe o cálcio perdido na pasteurização e o coalho promove a coagulação (Furtado, 2016; Moraes, 2021).

Após a coagulação ocorre o tratamento da massa, com o ponto de corte sendo crucial para a remoção adequada do soro. O corte é realizado por liras para garantir uma fragmentação uniforme. Em seguida, a massa é agitada lentamente para evitar a união dos cubos e, posteriormente, cozida gradualmente até atingir 42°C (Nascimento, 2019).

Na etapa de filagem, a massa adquire uma textura alongada e é mantida em repouso até atingir o pH ideal de 5,2. Depois, passa pela enformagem onde ganha sua forma característica. A salga é realizada em salmoura entre 10°C e 15°C para aprimorar o sabor e controlar a umidade. O queijo muçarela é então embalado a vácuo em plástico e armazenado em ambiente refrigerado, prolongando sua validade (Silva, 2016).

## 2.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO QUEIJO MUÇARELA

Segundo o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Queijo mozzarella (muzzarela ou mussarela) da Portaria n°364, de 4 de setembro de 1997, a qualidade do queijo muçarela é analisada por meio dos parâmetros físico-químicos apresentado na Tabela 2. As análises físico-químicas são essenciais para determinar suas características específicas e qualidade.

**Tabela 2.** Parâmetros físico-químicos estabelecidos para o queijo muçarela estabelecidos pelo RTIQ, Portaria n°364.

PARÂMETROS (g/100g)	REQUISITOS (%)
Matéria gorda no extrato seco	Mínimo 35
Umidade	Máximo 60

Fonte: BRASIL, 1997.

### 2.3.1 Umidade

A umidade refere-se à água que está presente no queijo, ela apresenta influência sob a textura e sabor do produto final. O corte da coalhada da muçarela tem influência sob a umidade,

tendo em vista que quanto maior o tamanho dos grãos o queijo tende a aumentar a umidade (Furtado, 2019).

Realizar o controle da umidade do queijo muçarela é de suma importância para a indústria. O aumento da umidade de 47 a 52% resulta numa má capacidade de trituração e uma textura mais macia, sendo que essas condições proporcionam um aumento na propriedade de derretimento (Jana; Tagalpallewar, 2017).

Um alto teor de umidade no queijo muçarela pode influenciar significativamente seu sabor, geralmente de forma negativa. A umidade excessiva pode levar a um sabor aguado, devido a diluição dos componentes de sabor da muçarela, como o ácido láctico e o sal, ocasionando sabor menos intenso (Jana; Tagalpallewar, 2017).

A aglomeração de galactose presente no queijo muçarela faz com que o queijo possua maior facilidade para o escurecimento, já que o açúcar exerce um papel no escurecimento de Maillard. O queijo muçarela fabricado por acidificação direta apresenta menor grau de proteólise, resultando em um queijo que se mantém com coloração branca durante o cozimento, embora a lactose esteja presente (Jana; Tagalpallewar, 2017).

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos, da portaria nº146/1996, podemos classificar o queijo de acordo com o conteúdo de umidade: o queijo de baixa umidade possui massa dura (até 35,9%), média umidade massa semidura (entre 36,0% e 45,9%), alta umidade de massa branda ou “macios” (entre 46,0% e 54,9%) e de muita alta umidade possui massa branda ou “mole” (não inferior a 55,0%).

### 2.3.2 Gordura

Para o produto final, a gordura representa importante fator no rendimento e está relacionada ao teor de gordura presente no alimento. Em queijos, a gordura influencia a textura e o sabor do alimento, ela também é uma fonte relevante de energia (Gonçalves, 2023).

O teor de gordura do queijo muçarela é estabelecido ajustando a proporção de caseína para a gordura do leite, conforme o teor de gordura do queijo muçarela se eleva, o derretimento e a maciez do queijo melhoram, ao mesmo tempo que tende a prejudicar a qualidade de trituração. A redução da gordura pode ocasionar queijos mais duros e emborrachados, provocando mudança de sabor e físicas que levam a um produto de qualidade inferior (Jana; Tagalpallewar, 2017).

Lima (2018), em estudo realizado com queijos artesanais e industriais na região em Paragominas- PA encontrou teores de gordura entorno de 24,83% para queijos industriais, já

para os queijos artesanais a gordura variou entre 14,64% a 20,82%, apresentando-se abaixo dos encontrados na literatura.

### 2.3.3 Extrato Seco Total

É a junção de todos os sólidos presentes nos produtos lácteos como gordura, lactose, proteínas e minerais, desconsiderando a água. Ele é um importante indicador nutricional e da qualidade para a indústria de lácteos (Almeida, 2023).

A importância do extrato seco total na qualidade do queijo está correlacionada a fatores como textura, influenciada pelo teor de sólidos; e conservação, onde queijos que apresenta maior teor de extrato seco total, possui menos umidade e conseqüentemente maior tempo de prateleira, proporcionando maior qualidade nutricional. Um queijo com alto EST é frequentemente mais rico em proteínas e cálcio (Almeida, 2023).

### 2.3.4 Gordura no Extrato Seco

A gordura no extrato seco está relacionada a participação da gordura nos sólidos totais. Através do conteúdo da gordura no extrato seco o queijo pode ser classificado como extra gordo, gordo ou semigordo (Furtado, 2016).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos da portaria nº146 de 07 de março de 1996, classifica-se o queijo de acordo com o conteúdo de matéria gorda no extrato seco como: Extra gordo ou duplo Creme (mínimo de 60%), gordo (45,0 e 59,9%), semigordo (25% e 44,9%).

## 2.4 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO QUEIJO MUÇARELA

As propriedades funcionais são características importantes na definição da qualidade do produto final e interferem diretamente na aceitação pelos consumidores. A composição dos queijos é uma das principais responsáveis por influenciar diretamente nessas propriedades, dentre elas: fatiabilidade, derretimento, óleo livre e escurecimento (Landin *et al.*, 2023).

### 2.4.1 Fatiabilidade

A fatiabilidade de um queijo muçarela é uma característica funcional muito importante para o mercado consumidor, visto que a sociedade brasileira apresenta o hábito de comprar queijos fatiados (Furtado, 2019).

A capacidade de fatiar se refere à facilidade de como pode ser cortado em fatias uniformes, isto é motivada por suas propriedades e composição. A textura do queijo muçarela é influenciada por vários fatores, especialmente pelo processo de filagem. Esse processo envolve a adição de pedaços de massa com um pH específico (entre 5,1 e 5,4) em água quente (entre 80°C e 85°C). Essa combinação promove a formação de fios longos e flexíveis, característicos da muçarela. O pH é importante para elasticidade da massa, tornando possível esticar a mesma sem arrebentá-la (Furtado, 2016; Vollmer *et. al.*, 2019).

#### 2.4.2 Derretimento

Esta é uma característica funcional importante para o ramo alimentício, especialmente para a fabricação de pizzas, visto que a muçarela derretida junta todos os ingredientes adicionados. O derretimento está relacionado a capacidade da muçarela derreter facilmente sem que ocorra a formação de bolhas grandes e com o espalhamento homogêneo (Furtado, 2016).

De acordo com Fox *et al.* (2017), o derretimento é determinado como a habilidade que a partícula do queijo flui, formando uma fase uniformemente derretida, conseqüentemente por causa da evaporação da água e fluidificação da gordura.

A gordura exerce papel fundamental para o derretimento, tendo em vista que a mesma serve de lubrificante para a matriz proteica do queijo e sua falta pode provocar o bloqueio do fluxo de movimentação da matriz, indispensável durante o aquecimento para um excelente derretimento (Dai *et al.*, 2019).

A capacidade de derretimento do queijo está relacionada a utilização de leite com alto teor de gordura e período prolongado de armazenamento. Todavia, o aumento da temperatura de cozimento, a homogeneização do leite e baixo teor de gordura, é prejudicial à capacidade de fusão. O menor pH do queijo, o alto teor de umidade em substâncias não gordurosas e o envelhecimento do queijo proporciona o aumento gradativo da proteólise que estão ligados a elevada capacidade de fusão. A umidade tem um papel fundamental na capacidade de derretimento, visto que, o mesmo correlaciona-se melhor com a gordura com base na matéria úmida do que com a matéria de base seca. Vale ressaltar que a derretibilidade do queijo é uma

característica funcional, ditada pelas necessidades dos consumidores (Jana; Tagalpallewar, 2017).

#### 2.4.2.1 Derretimento: efeitos do pH de filagem da massa

O pH é um ponto fundamental no processo de filagem da massa, pois quanto mais elevado, a massa se apresentará mais firme, com menor capacidade de derretimento em decorrência da alta concentração de teor de cálcio (Furtado, 2016).

#### 2.4.2.2 Efeitos do teor de umidade no derretimento

A muçarela com alto teor de umidade, possuirá maior tendência de apresentar um melhor derretimento. Isto acontece, visto que se trata de uma ação da hidrólise de ligações peptídicas, onde a presença da água é essencial para quebrar as cadeias de peptídeos (Furtado, 2016).

#### 2.4.3 Óleo livre

No queijo muçarela, o excesso de óleo livre é considerado uma imperfeição grave, pois ocorre quando a gordura líquida se separa do queijo derretido, formando bolsas de óleo na superfície (Jana; Tagalpallewar, 2017).

A liberação de óleo acontece no queijo derretido no momento que a matriz da caseína se fragiliza durante o aquecimento, favorecendo a união dos glóbulos de gordura que se desloca para a superfície do queijo, essa característica é vista principalmente no preparo de pizzas (Dai *et. al.*, 2019).

A muçarela produzida com leite de vaca apresenta maior vazamento de gordura quando comparado a muçarela fabricado com leite de búfala. Além disso, existe uma relação direta entre o teor de gordura do leite com a liberação de óleo no queijo muçarela (Jana; Tagalpallewar, 2017).

O teor reduzido de sódio e alto teor de gordura são motivos que interferem diretamente no aumento da liberação de óleo livre e na atividade proteolítica durante o derretimento do queijo (Furtado, 2016).

#### 2.4.4 Elasticidade

O queijo muçarela, quando aquecido sob tensão, deve formar fios fibrosos e alongar-se sem se romper. A versão feita com leite de búfala apresenta uma elasticidade ligeiramente superior à do queijo de leite de vaca. Isso se deve ao menor teor de proteína do leite de vaca quando comparado com o queijo de leite de búfala. O tamanho, o tipo de estiramento e a tensão (fios, franjados ou fibrosos) são excelentes atributos de qualidade. A extensibilidade do queijo muçarela desnatado é determinada pelo teor de cálcio e a retenção do estiramento está associada com a extensão da inativação do coagulante residual do leite (Jana; Tagalpallewar, 2017).

A elasticidade da muçarela pode ser afetada de duas formas com relação ao teor de gordura, tanto alto como baixo. Se elevada, ocasiona um excesso de maciez que dificulta o rompimento do fio da massa quente, sob tensão de um estiramento normal. E quando se apresenta muito baixo a massa fica mais fibrosa, mais dura e desenvolve maior resistência ao estiramento, mesmo quando quente sobre a pizza. É importante que a muçarela se rompa, após certo grau de estiramento quando derretida (Furtado, 2016).

#### 2.4.5 Escurecimento

É uma propriedade funcional diretamente ligada à formação de manchas escuras ou amarronzadas localizadas sobre o queijo derretido em pizza, denominada como *browning* não enzimático (Furtado, 2016).

A presença de residual de galactose ou lactose, provoca o escurecimento não enzimático na muçarela, resultante da reação com aminas provocada pela degradação da caseína, a qual forma pigmentos de coloração amarronzada, sob altas temperaturas. Já o escurecimento enzimático acontece em baixas temperaturas e jamais ocorre em muçarela derretidas em fornos. Este escurecimento é decorrente da presença de oxigênio e de enzimas oxidantes, formando uma reação de oxidação (Furtado, 2016).

### 2.5 PRINCIPAIS DEFEITOS DO QUEIJO MUÇARELA

Para obtenção de um bom queijo muçarela é essencial que se tenha uma matéria-prima de qualidade e um processo produtivo que siga todas as exigências da legislação vigente.

Quando esses requisitos não são seguidos, a muçarela pode apresentar baixa qualidade provocando defeitos como depressão da massa da muçarela, problemas no fatiamento, sabor amargo e estufamento precoce e tardio (Mostaro, 2023).

#### 2.5.1 Depressão da massa da muçarela

A massa apresenta a formação de um abaixamento ou depressão na casca, dando a impressão de que teria sido apertada com um dedo. Esse defeito é estético (Mostaro, 2023).

As causas desse defeito podem estar relacionadas a utilização de formas com baixos de furos ou sem furos. Diante disso, ocorre a retenção do ar no fundo da forma, empurrando para cima a superfície da massa quente, provocando uma depressão menor (Furtado, 2016).

#### 2.5.2 Problemas no fatiamento

O não fatiamento é um grande problema presente na muçarela, decorrente de alguns motivos como alta umidade e alto teor de gordura, os quais podem estar atuando sozinhos ou em conjunto, provocando fatias quebradiças, pois a massa perde elasticidade, resultando em um corte de aparência não atrativa. Outros fatores também interferem na filagem da massa, como por exemplo, a quantidade de coalho que quando não adicionado em maior quantidade que o recomendado pode causar sabor de amargo a massa, fermento láctico interfere no tempo de fermentação e no ponto ideal para filagem (Furtado, 2016).

#### 2.5.3 Estufamento precoce e tardio

O processo de fabricação de queijo necessita de vários cuidados, a fim de obter um alimento de boa qualidade e conseqüentemente a diminuição de defeitos e perdas para o laticínio. Entre esses defeitos se destaca o estufamento, podendo ser precoce ou tardio (Furtado, 2019).

No estufamento tardio acontece a produção excessiva de gás, favorecendo o rachamento e o aparecimento de olhaduras mal formadas e indesejadas no queijo. Vale ressaltar, que nem toda olhadura é provocada por estufamento, como por exemplo, as olhaduras propiônicas. As mesmas são desejadas em alguns queijos como o queijo tipo Suíço (Costa *et al.*, 2021).

O estufamento tardio é ocasionado por bactérias formadoras de esporos do gênero *Clostridium ssp.*, principalmente as espécies *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium butyricum* e *Clostridium sporogenes*. Esses microrganismos crescem a uma temperatura ideal de 32°C a 37°C, são Gram-positivos e seu comprimento é entre 0,8 a 6,0 mm. Esse tipo de

estufamento é um grande desafio para a indústria de lácteos, pois seu aparecimento pode ocorrer após alguns meses depois fabricação, desse modo o produto pode já estar em circulação no mercado (Furtado, 2019).

Já o estufamento precoce é provocado com o aparecimento de bactérias de coliformes, logo após a fabricação. Essas bactérias fermentam a lactose, promovendo a formação de ácido láctico e começa a gerar gases precocemente. Esse tipo de contaminação normalmente é provocada por uma pasteurização deficiente, manipulação inadequada do alimento e falta de boas práticas de fabricação (Carvalho, 2018).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar a qualidade físico-química do queijo muçarela produzido em um laticínio do Alto Sertão Sergipano em um trimestre do ano de 2024.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar as análises físico-químicas (umidade, gordura, extrato seco total e a gordura no extrato seco) do queijo muçarela das marcas A e B durante um trimestre do ano de 2024;
- Verificar se o queijo muçarela atende aos requisitos físico-químicos estabelecidos pela legislação vigente;
- Comparar os resultados obtidos da marca A com o da marca B.

### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 Amostragem**

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Qualidade de uma indústria fabricante de queijo muçarela localizada no Alto Sertão Sergipano.

Para a realização do estudo, foi coletada uma peça de cada lote de queijo muçarela 4kg, retiradas diariamente, após o lote ser embalado, no período de 01 de junho a 31 de agosto de 2024, totalizando 1.729 amostras. Em seguida as amostras foram levadas para o laboratório de qualidade, onde realizaram-se as análises de umidade, gordura, extrato seco total e gordura no extrato seco. No Quadro 1 é apresentado a quantidade de amostras de cada marca.

O laticínio produz duas marcas de queijo muçarela, mas sem nenhuma mudança no processo industrial, tanto matéria-prima, como a temperatura e formulação seguem o mesmo procedimento, sendo a principal diferença o rótulo dos produtos, que é utilizado como uma

estratégia comercial de vendas. Enquanto uma marca é destinada à comercialização em um Estado específico, a outra é destinada para diferentes Estados e locais de venda do país.

**Quadro 1.** Quantidade de amostras de cada marca durante os meses de junho, julho e agosto.

<b>Marcas</b>	<b>Junho</b>	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>
A	558	494	510
B	52	76	39
<b>Total</b>	610	570	549

Fonte: Arquivo pessoal (2024).

#### 4.2 Determinação de umidade

Foi utilizado o analisador de umidade MB25 OHAUS e MB27 OHAUS ilustrado na Figura 2. Para tal, a amostra de queijo muçarela foi cortada ao meio, em seguida um pedaço da mesma passou por um corte na horizontal e outro na vertical para trazer homogeneidade e representatividade da amostra. Logo após, foram ralados 2 g de queijo muçarela sobre o pratinho para análise, e a pesagem foi feita diretamente no analisador, o qual estava programado com temperatura de 160°C, seguindo as recomendações do fabricante. O resultado foi obtido automaticamente e a leitura foi realizada no visor do equipamento.

**Figura 2.** Analisador de umidade



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

#### 4.3 Determinação do teor de gordura

Para a análise do teor de gordura, foram utilizados 3 g de queijo muçarela previamente ralado. A amostra foi transferida para um butirômetro específico para queijo, com escala de 40%, seguido da adição de 5 mL de água destilada, 10 mL de ácido sulfúrico e 1 mL de álcool isoamílico. Após o fechamento do butirômetro com uma rolha, o conteúdo foi agitado até a completa dissolução da amostra. Em seguida, água destilada foi adicionada até a última marcação do butirômetro. O equipamento foi então submetido à centrifugação por 10 minutos, a 1200 rpm. A leitura do teor de gordura foi realizada diretamente na escala do butirômetro, conforme ilustrado na Figura 3 (IAF, 2008).

**Figura 3.** Resultado da gordura no butirômetro.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

#### 4.4 Extrato Seco Total

O teor de extrato seco total (EST) das amostras foi obtido através do teor de umidade, através do seguinte cálculo da norma FIL 4A 1982.

$$EST = 100 - U$$

Onde:

U: teor de umidade em porcentagem (%);

#### 4.5 Gordura no Extrato Seco

A determinação da Gordura no Extrato Seco (GES), foi realizada através do teor de gordura e do extrato seco total através do seguinte cálculo da norma FIL 5B 1986.

$$GES = \frac{GX100}{EST}$$

Onde:

G: Gordura total obtida a partir da porcentagem (%) resultante no butirômetro;

#### 4.6 Análise dos dados

Os resultados obtidos foram comparados com a legislação para determinar o percentual de amostras A e B que estavam em conformidade ou não com os padrões estabelecidos. Além disso, para comparar as amostras A e B, foi realizado um teste F com nível de significância de 5%, utilizando o Excel 2013, para verificar a homogeneidade das variâncias entre as duas marcas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

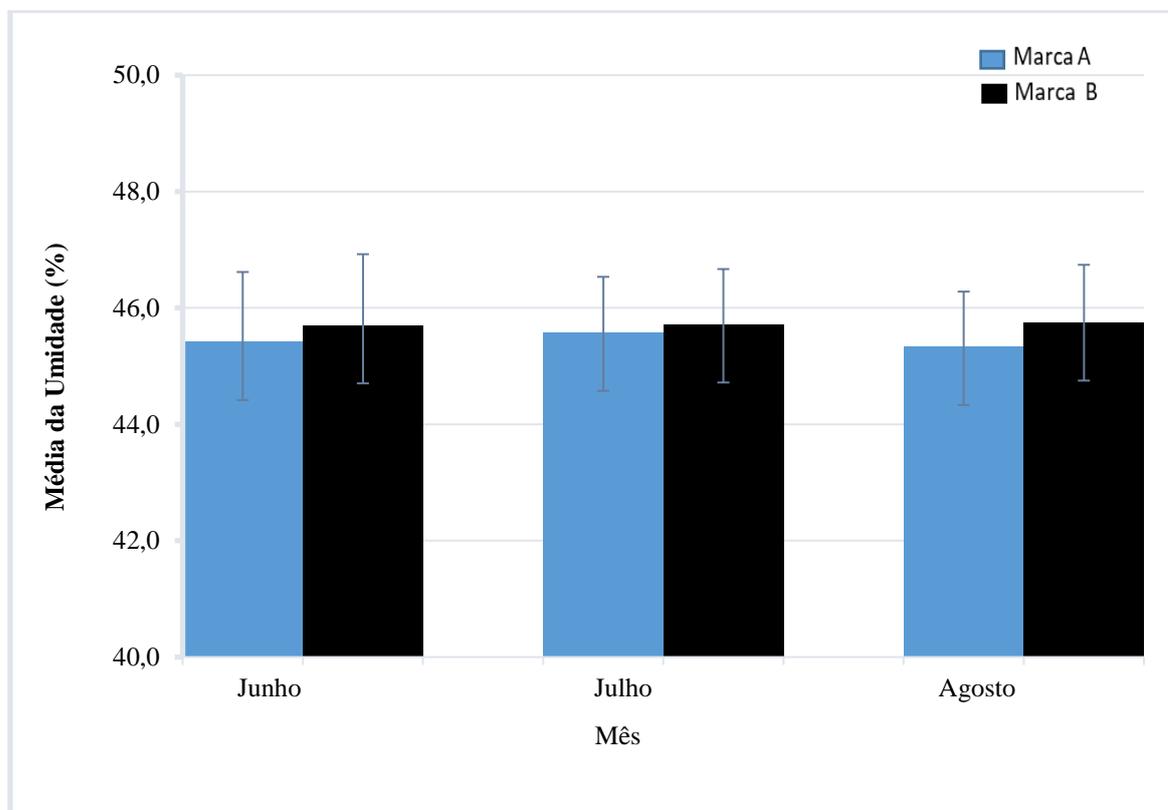
A realização das análises físico-químicas é essencial para que seja oferecido um produto ao consumidor que esteja de acordo com as legislações e regulamentações, assegurando a segurança dos alimentos e identificando oportunidades de melhoria e otimização dos processos produtivos. A seguir é possível observar os diferentes padrões físico-químicos encontrados no queijo muçarela das marcas A e B com relação aos teores de umidade, gordura, extrato seco total e gordura no extrato seco, produzidas em uma indústria de lácteos ao longo de 92 dias na região do Alto Sertão Sergipano.

### 5.1 Umidade

A Figura 4 apresenta a média mensal da umidade do queijo muçarela das marcas A e B. Ao longo do período analisado, nenhuma amostra foi identificada em desconformidade com a legislação, tanto para a marca A quanto para a marca B. Como pode ser observado, a umidade média nos respectivos meses apresentou-se abaixo de 60%, valor máximo estabelecido para queijo muçarela pelo RTIQ (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade), conforme a Portaria nº 364.

Em um intervalo de três meses, foram analisadas amostras de queijo muçarela das marcas A e B, que apresentaram uma média de umidade em torno de 45%, abaixo do limite máximo permitido pela legislação (60%).

**Figura 4.** Média mensal da umidade do queijo muçarela das marcas A e B.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

Estudos prévios confirmam a variação nos níveis de umidade do queijo muçarela em diferentes regiões e condições de produção. Em um estudo sobre a qualidade do queijo muçarela produzido sob o serviço de inspeção estadual em Goiás, Coelho *et al.*, (2024), identificaram que 2,02% das amostras se apresentaram fora do padrão para umidade segundo a Portaria 364/1997 do MAPA.

De maneira semelhante, Lima (2018), ao investigar os aspectos físico-químicos do queijo muçarela comercializado em Paragominas-PA, mostrou que o queijo industrial apresentou média de umidade de 54,9%, dentro do teor de umidade estabelecido pela legislação. Garcia *et al.* (2019), avaliando a umidade do queijo muçarela, produzido em um laticínio do município de Rio Verde-GO, durante o armazenamento, encontraram valores de umidade em torno de 47%.

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos, da portaria nº146/1996, podemos classificar o queijo de acordo com o conteúdo de umidade: o queijo de baixa umidade possui massa dura (até 35,9%), média umidade massa semidura (entre 36,0% e 45,9%), alta umidade de massa branda ou “macios” (entre 46,0% e 54,9%), e o queijo de muita alta umidade possui massa branda ou mole (umidade não inferior a 55,0%). Porém, o aumento

da umidade ocasiona perdas aceleradas nas propriedades funcionais da elasticidade e fatiabilidade.

Em outra pesquisa, conduzida na região de Mossoró-RN, Silva (2021) obteve valores que permitiu classificar 10% das amostras como de alta umidade e 90% como média umidade, apresentando-se dentro do recomendado (máximo 60%), conforme o Regulamento Técnico de Qualidade e Identidade dos Queijos.

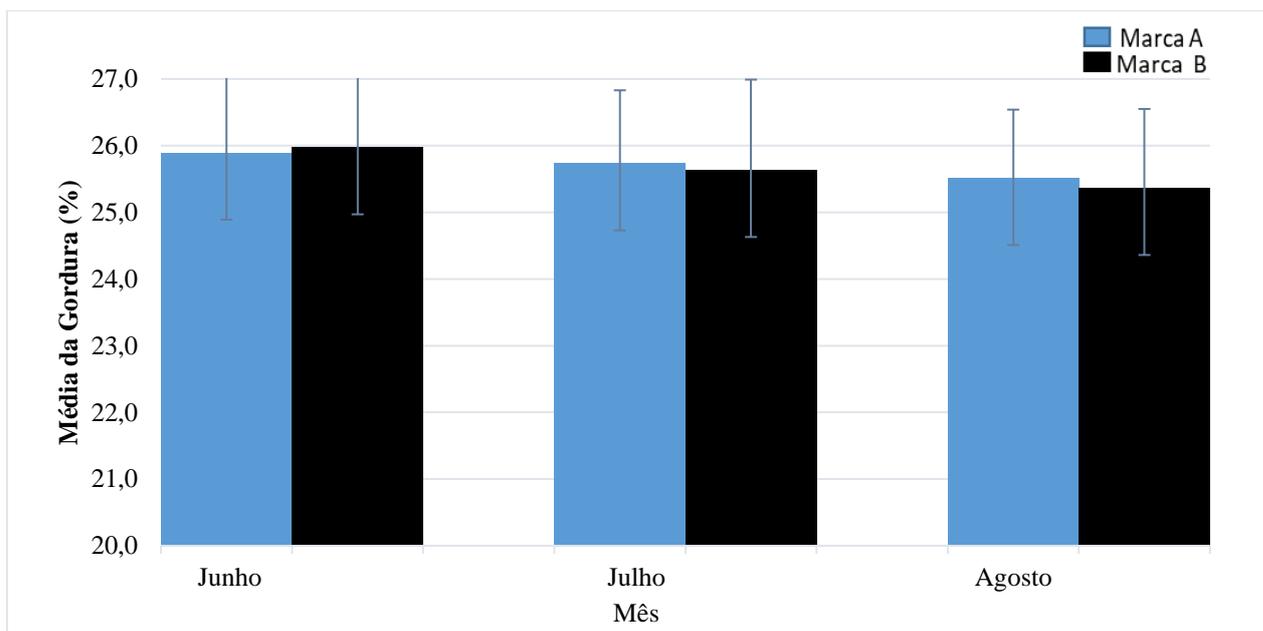
O queijo muçarela de alta umidade proporciona melhor derretimento, formação de bolhas e apresenta uma textura mais macia. Nos Estados Unidos e em alguns países europeus a média do teor de umidade é de aproximadamente 52%, visto que esses queijos são mais destinados para moer, ralar ou cortar em cubos (Manuli, 2020; Smith, 2018). Já no Brasil, os queijos possuem um teor de umidade mais baixo, visto que o mercado interno busca por queijo com boa fatiabilidade, maior vida de prateleira, uma vez que a umidade mais baixa diminui o crescimento bacteriano e o deterioramento do alimento (Manuli, 2020). O laticínio onde foi realizado o estudo segue o cenário brasileiro possuindo muçarelas com média de umidade de 45%, sendo classificado com queijo de massa semi-dura, onde seus produtos acabados são destinados para consumidores que procuram por uma muçarela de boa fatiabilidade e maior vida de prateleira.

De acordo com Furtado (2016), o teor de umidade é um fator importante para o rendimento, visto que quanto maior for a umidade, maior será o rendimento. Na prática, um queijo produzido com 47% de umidade, apresentará um rendimento maior, no entanto esse queijo perderá rapidamente mais proteólise, conseqüentemente ocasionando perda em sua fatiabilidade, quando comparado com um queijo fabricado com umidade entorno de 43% a 45%.

## 5.2 Gordura

A Portaria n° 364, de 4 de setembro de 1997 (Brasil, 1997) não determina valores para o teor de gordura do queijo muçarela. Na Figura 5, é possível identificar os resultados da média mensal do queijo muçarela das marcas A e B estudados durante a pesquisa. Como pode ser observado na Figura 5, o valor médio do teor de gordura do queijo muçarela da marca A ( $25,89\% \pm 1,28$ ) enquanto o da marca B foi de ( $25,97\% \pm 1,20$ ).

**Figura 5.** Média mensal da gordura do queijo muçarela das marcas A e B.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

O resultado da média do teor de gordura ilustrado na Figura 5, mostra que as marcas A e B ambas apresentaram valores de gordura de aproximadamente 25% ao longo dos três meses analisados. Esses valores são consistentes com Menegon (2019), em um estudo realizado com queijo muçarela produzido em um laticínio na região Oeste do Paraná, quando verificou teores de gordura variando entre 25% e 26,2%, neste estudo o autor utilizou queijo muçarela produzido com leite fresco que foi recebido no mesmo dia no laticínio e com leite que ficou armazenado em silos durante 24 horas.

Por outro lado, Jesus *et al.* (2017) em estudo realizado com 10 amostras de queijo muçarela no município de Jataí-GO, observaram teores de gordura do queijo variando entre 26,8% a 31,4%, valores ligeiramente superiores aos verificados no presente trabalho. Em outra pesquisa realizada por Lima (2018) sobre os aspectos físico-químico do queijo tipo muçarela comercializado em Paragominas-PA, a média do teor de gordura foi de 17,39% para o queijo industrial, indicando uma variação provavelmente relacionada com o corte da coalhada e a qualidade da matéria-prima.

Segundo Furtado (2016), a gordura em todos os queijos tem implicação sobre a textura. O mesmo recomenda que o teor de gordura esteja em torno de 22% e 24%. Um baixo teor de gordura resulta na alteração de sabor, massa mais seca, emborrachadas e não apresenta um bom derretimento. Na presente pesquisa foi encontrado uma média de gordura superior ao recomendado.

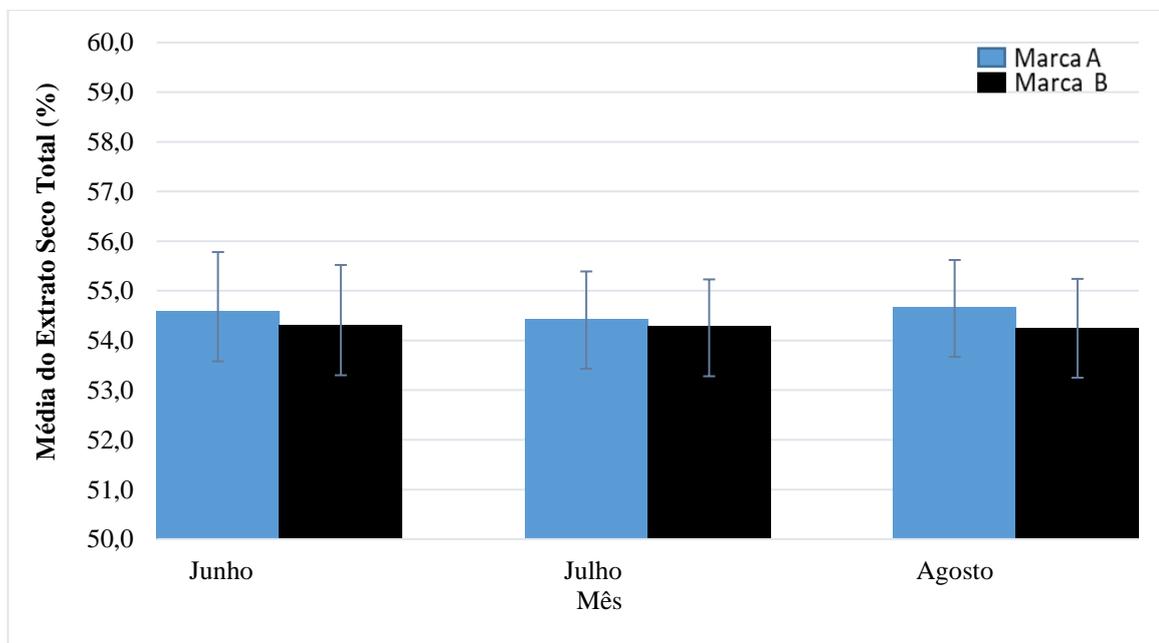
Segundo Smith *et al.* (2018), nos Estados Unidos, a muçarela é comercializada parcialmente desnatada com baixo teor de umidade por causa do menor teor de umidade e gordura. A mesma possui teor de gordura entre 30% e 40% com relação ao peso seco. Já na Índia, a gordura na matéria seca da muçarela é mantida geralmente por volta de 35%. Com o aumento do teor de gordura a trituração é afetada, enquanto a maciez e a derretibilidade do queijo melhoram (Jana; Tagalpallewar, 2017).

### 5.3 Extrato seco total

A Figura 6 apresenta a média mensal do extrato seco total do queijo muçarela das marcas A e B. Como pode ser observado, os valores verificados para a média do extrato seco total para as marcas A e B foi entorno de 54,0%.

De acordo com a Portaria nº 364, de 4 de setembro de 1997 (Brasil, 1997), não há parâmetros estabelecidos para o EST do queijo muçarela. Em pesquisa realizada por Erhardt *et al.* (2022) no Vale do Taquari, RS, sobre a avaliação físico-química e microbiológica de queijos artesanais produzidos com leite cru e diferentes tempos de maturação, foram observados os seguintes valores médios para o EST: 51,23% aos 7 dias, 52,39% aos 15 dias e 76,62% aos 60 dias.

**Figura 6.** Média mensal do extrato seco total do queijo muçarela das marcas A e B.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

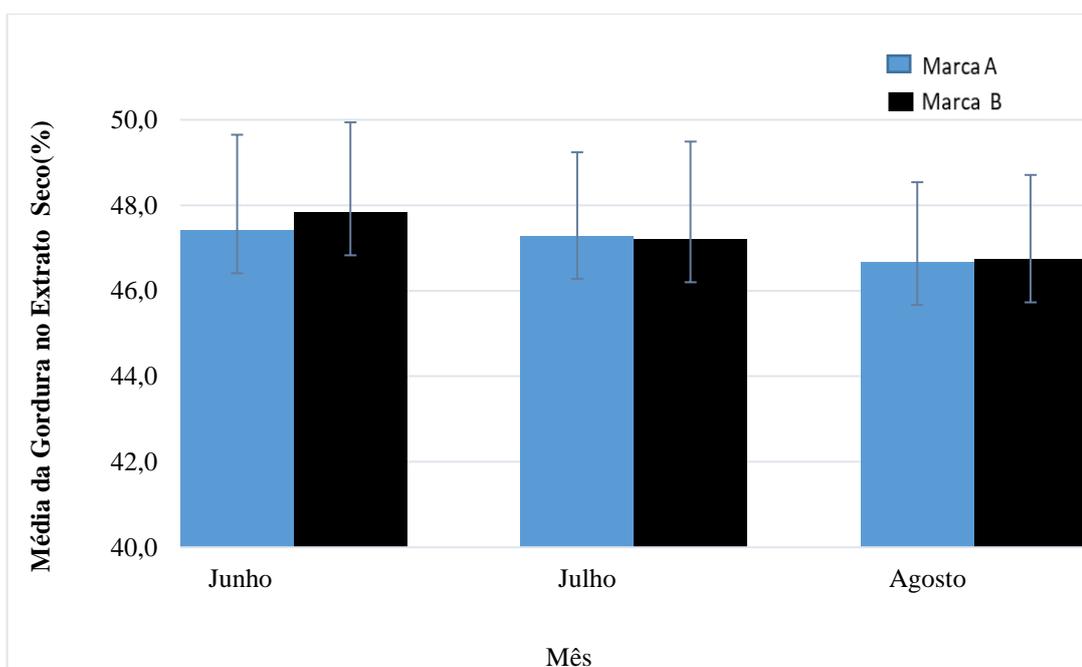
### 5.4 Gordura no extrato seco

O GES indica o teor de gordura determinado com base no peso dos sólidos remanescentes após a remoção da água. Essa medida é útil porque permite uma comparação mais precisa do conteúdo de gordura em alimentos com diferentes teores de umidade. Em relação a esse parâmetro, foi possível verificar que independente da marca e do mês analisado, todas as amostras apresentaram-se dentro do padrão de acordo com a Portaria nº364/1997, ou seja, com teor mínimo de 35%. Na Figura 7 pode ser observado que a média das amostras A e B variou entre 46% e 47%, para gordura no extrato seco entre os meses de junho a agosto de 2024. De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos da portaria nº146/1996, as marcas A e B de queijo muçarela podem ser classificadas como queijo gordo, por possuir a gordura no extrato seco entre 45,0% e 59,9%.

Como pode ser observado na Figura 7, o valor médio do teor de gordura do queijo muçarela da marca A foi menor nos meses de junho e agosto comparado a marca B, mas apresentou valores superiores no mês de julho ( $47,28\% \pm 1,96$ ).

Os resultados encontrados estão em concordância com o estudo de Garcia *et al.* (2019), realizado em Rio Verde – GO, onde os autores verificaram que todos os resultados de GES apresentaram-se dentro do estabelecido pela Portaria nº364/1997, ressaltando a importância da padronização da matéria-prima e da qualidade.

**Figura 7.** Média mensal da gordura no extrato seco do queijo muçarela das marcas A e B.



Fonte: Arquivo pessoal (2024).

A muçarela brasileira apresenta uma composição físico-química bastante irregular, em razão das significativas variações nos métodos de produção e da ampla margem de parâmetros permitida pela legislação (Tabela 2). Assim, dependendo do processo de fabricação e das características do leite utilizado, o queijo pode apresentar diferenças em suas propriedades físico-químicas e, conseqüentemente, tecnológicas. Segundo Furtado (2016), a muçarela para pizza produzida no Brasil possui, em média, um GES (Gordura no Extrato Seco) entre 39% e 44%.

### 5.5 Teste F

Na Tabela 3, são apresentados média, desvio padrão e os valores calculados do teste F para os parâmetros de umidade, gordura, extrato seco e gordura do extrato seco das amostras A e B, considerando um nível de significância de 5%. Os resultados indicam que as variâncias dos parâmetros analisados das marcas A e B não diferem significativamente ( $p$ -valor > 0,05), ou seja, as variâncias dos dois grupos são homogêneas. Esse resultado permitiria a aplicação do teste t para verificar se as médias dos parâmetros avaliados nas amostras A e B são iguais ou diferentes. No entanto, como o tamanho dos conjuntos de dados das amostras A e B são muito diferentes, não é aconselhado que seja aplicado o teste t para determinar se existe diferença entre os valores das médias dos parâmetros analisados (Quadro 1).

**Tabela 3.** Resultados da média, desvio padrão e teste F do queijo muçarela das marcas A e B dos meses de junho a agosto.

Análises								
Marca	Umidade		Gordura		EST		GES	
	A	B	A	B	A	B	A	B
<b>Média</b>	45,44	45,72	25,72	25,67	54,56	54,28	47,13	47,29
<b>Desvio padrão</b>	1,05	1,04	1,16	1,29	1,05	1,04	2,07	2,19
<b>Teste F</b>	0,8622		0,0553		0,8593		0,2848	

Fonte: Arquivo pessoal (2024).

No presente estudo, já era esperado que não houvesse grande variação nos dados das marcas A e B, visto que não ocorre nenhuma mudança no processo industrial. Tanto a matéria-prima, como a temperatura e formulação seguem o mesmo procedimento, sendo a principal diferença o rótulo dos produtos, que é utilizado como uma estratégia comercial de vendas. Enquanto uma marca é destinada à comercialização em um Estado específico, a outra é

direcionada a diferentes Estados e locais de venda do país. Isso explica porque as amostras da marca B apresentaram menor quantidade (Quadro 1), uma vez que sua produção é voltada apenas para um público específico.

## 6. CONCLUSÃO

Podemos concluir a partir dos resultados obtidos que, o queijo muçarela produzido na região do Alto Sertão Sergipano, atendeu aos critérios físico-químicos, para os parâmetros estabelecidos pelo Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Queijo Mussarela da Portaria nº364/1997. A média de umidade de 45% e o teor de gordura de 25% a 26,2%, estão dentro dos parâmetros esperados para esse tipo de queijo. Além disso, os valores de EST de 54% e GES de 46% a 47%, indicam que o queijo atende aos critérios de qualidade esperados, bem como as variâncias dos parâmetros das marcas A e B analisadas não se diferem ( $p>0,05$ ).

Esses resultados mostraram que o processo de fabricação mantém a qualidade e conformidade do produto. Essa conformidade é essencial para garantir a segurança e as propriedades funcionais desejadas no queijo muçarela.

## REFERÊNCIAS

Agroindústria rural. Atlas do espaço rural: IBGE, 2017. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/apps/atlasrural/pdfs/04\\_00\\_Texto.pdf](https://www.ibge.gov.br/apps/atlasrural/pdfs/04_00_Texto.pdf). Acesso em : 14 set. 2024.

ALMEIDA, F. E. M. de. **Influência da estabilidade do leite de vacas da raça holandesa sobre o processamento e os parâmetros de qualidade do queijo mussarela**. Graduação. Universidade estadual de Ponta Grossa setor de engenharias, ciências agrárias e de tecnologia. Ponta Grossa. 2023

BRASIL. Decreto Nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que Regulamenta a Lei Nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei Nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial União. 18 de agosto, 2020.

BRASIL. **Instrução Normativa n. 76 de 26 de novembro de 2018**. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de leite cru refrigerado. Diário Oficial da União (da República Federativa do Brasil). Brasília, Seção 1, n.230, p.9, 30 nov. 2018.

BRASIL. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do Queijo Mozzarella (Muzzarella ou Mussarela). Diário Oficial da União, Brasília, 1997. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. Diário Oficial da União (da República Federativa do Brasil). Brasília, 1996.

CARVALHO, G. B. M. **Diagnósticos e ações visando o controle de olhaduras gasosas não desejáveis em queijo**. Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. p. 45, 2018.

COELHO, A. F. *et al.* **Análise físico-química e microbiológica de queijos tipo minas frescal de diferentes origens do sul do Espírito Santo**. Cadernos Camilliani e-ISSN: 2594-9640, [S.l.], v. 20, n. 4, p. 75-93, fev. 2024. ISSN 2594-9640. Disponível em: <<https://www.saocamilo-es.br/revista/index.php/cadernoscamilliani/article/view/603>>. Acesso em: 31 out. 2024.

COELHO, K. O. *et al.* Qualidade do queijo muçarela produzido sob serviço de inspeção estadual em Goiás. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, [S.l.], v. 22, n. 5, p. e4573, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n5-063. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/4573>. Acesso em: 31 out. 2024.

COSTA *et al.* Olhaduras em queijos: tipos e características. **Milkpoint**, 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/ilctepamig/olhaduras-em-queijos-tipos-e-caracteristicas-233439/>. Acesso em: 15 set. 2024

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. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2019.01.045.

ERHARDT, M. M. *et al.* **Avaliação físico-química e microbiológica de queijos artesanais a partir de leite cru e verificação de boas práticas em propriedades rurais no Vale do Taquari-RS**. 2022.

FORTI, Ana Paula. A ascensão do queijo muçarela e do requeijão no Brasil. **Food Connection**, 2024. Disponível em :< <https://www.foodconnection.com.br/especialistas/ascensao-do-queijo-mucarela-e-do-requeijao-no-brasil>> . Acesso em: 21 ago. 2024.

FOX, P. F. *et al.* **Fundamentals of Cheese Science**. 2ª ed. New York: Springer, 2017.

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

FURTADO, Múcio M. **Mussarela: Fabricação e Funcionalidade**. 1. ed. São Paulo - Brasil: Setembro Editora, 2016. 241 p.

GARCIA, L. G. C. *et al.* **Estudo do comportamento de queijo mussarela durante armazenamento refrigerado**. 2019.

GONÇALVES, Gerson Luiz Almeida. **Avaliação da qualidade do leite de vaca in natura comercializado no município de Olivedos–PB**. 2023.

Instituto Adolfo Lutz—IAF (2008) **Normas analíticas do IAL: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 1020 p.

JANA, Ah.; Tagalpallewar, G. P. Functional properties of Mozzarella cheese for its end use application. **Association of Food Scientists & Technologists**. p. 13, 2017.

JESUS, M. N. *et al.* **Qualidade microbiológica e físico-química do queijo mussarela a granel comercializadas em Jataí (Goiás, Brasil)**. 2017.

LANDIN, Taynan Barroso *et al.* Principais propriedades funcionais do queijo muçarela, queijo prato e requeijão culinário—uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 76, n. 2, p. 118-130, 2021.

LIMA, Bruna Adrieli da Silva. **Aspectos Físico-químicos do queijo tipo mussarela comercializado no município de Paragominas-PA**. 2018.

MANULI, Rômulo. **Mussarela de alta umidade**. **Fementech**, 2020. Disponível em: <https://fermentech.com.br/artigos-tecnicos/mussarela-de-alta-umidade/>. Acesso em 11 nov. 2024.

MENEGON, T. **Avaliação dos parâmetros de qualidade de queijo mussarela obtido a partir de leite armazenado e de leite fresco**. Medianeira, 2019. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em tecnologia de alimentos). Departamento de Alimentos, UTFPR, 2019.

MOSTARO, Leticia. 5 defeitos em muçarela. **Milkpoint**, 2023. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/5-defeitos-comuns-em-mucarela-232889/>. Acesso em 21 ago. 2024

MORAES, Mariana Lopes Macedo de *et al.* **Produção de queijo muçarela: uma proposta de oficina temática para o ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos.** 2021.

NASCIMENTO, Keila Priscila do. **Elaboração e implementação do plano de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) do processo de produção do queijo muçarela.** 2019. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2019.

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: 01 set. 2024.

ROCHA, D. T. da; CARVALHO, G. R.; RESENDE, J. C. de. **Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária.** Juiz de Fora, MG – Embrapa Gado de Leite, (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 123), p. 16. 2020.

SANTOS, G. T. dos. **A produção de lácteos.** Aracaju, SE. Observatório de Sergipe. Outubro, v.3, p. 28. 2023.

SANTOS, Willian Bonne Monteiro dos *et al.* Análise das boas práticas de fabricação na produção de queijo de coalho em laticínios artesanais localizados na Região Centro Sul do Ceará. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p.14 , 2020.

SERGIPE. Produção de leite em Sergipe bate recorde. Secretária de Estado da Agricultura, Desenvolvimento Agrário e da Pesca. Aracaju, 2022. Disponível em:< <https://seagri.se.gov.br/producao-de-leite-em-sergipe-bate-recorde/> > . Acesso em: 07 out. 2024.

SERGIPE. Bacia Leiteira de Sergipe terá abastecimento de água que contribuirá com produção da região. Governo do Estado. Aracaju, 2024. Disponível em:< <https://seagri.se.gov.br/bacia-leiteira-de-sergipe-tera-abastecimento-de-agua-quecontribuira-com-producao-da-regiao/> > . Acesso em: 07 out. 2024.

SILVA, F. T. Queijo mussarela. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2016. 2 ed. 58 p. il. Color. (Coleção agroindústria familiar).

SILVA, Leônia Régia Costa da. **Qualidade microbiológica, físico-química e parasitológica do queijo mussarela fatiado.** 2021.

SIQUEIRA, Kennya B. **Um retrato do consume de lácteos no Brasil**. Embrapa, 2021. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134244>>. Acesso em: 15 set. 2024.

SMITH, J. R. *et al.* Mozzarella Cheese – A Review of the Structural Development During Processing, **REVIEW ARTICLE**, 2018.

SOARES, Kamilla Ribas; XIMENES, Luciano Feijão;. **LÁCTEOS**: v. 9 n. 332 (2024). **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 9, n. 343, 2024. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2701>>. Acesso em: 18 set. 2024.

SOARES, Kamilla Ribas ; XIMENES, Luciano Feijão;. **LÁCTEOS**: v. 8 n. 266 (2023). **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 8, 2024. Disponível em: <<https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2683>>. Acesso em: 15 set. 2024.

VOLLMER, A. H. *et al.* Progressive ultrastructural changes in the casein matrix during the ripening of inadequately acidified feta cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 9, p. 7734-7746, 2019. DOI: 10.3168/jds.2019-16395.