



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROALIMENTARES

INFLUÊNCIA DA MARINAÇÃO EM VINHO TINTO SECO NO QUEIJO CAPRINO
ADICIONADO DE FERMENTO AUTÓCTONE

LEIDIANA ELIAS XAVIER

POMBAL

2022

Programa de Pós- Graduação em Sistemas Agroindustriais
Mestrado - Modalidade Acadêmico

INFLUÊNCIA DA MARINAÇÃO EM VINHO TINTO SECO NO
QUEIJO CAPRINO ADICIONADO DE FERMENTO
AUTÓCTONE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Orientadora: **Profa. Dra.: Mônica Tejo Cavalcanti**

Coorientadora: **Profa. Dra.: Mônica Correa Gonçalves**

2022

Pombal – PB

X3i Xavier, Leidiana Elias.
Influência da marinação em vinho tinto seco no queijo caprino adicionado de fermento autóctone / Leidiana Elias Xavier. – Pombal, 2022.
81 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Gestão e Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.
“Orientação: Profa. Dra. Mônica Tejo Cavalcanti, Prof. Dra. Mônica Correa Gonçalves”.

Referências.

1. Queijo caprino. 2. *Lactocaseibacillus* spp. 3. Compostos fenólicos. 4. Antioxidante. 5. Refrigeração. 6. Armazenamento. 7. Estabilidade oxidativa. I. Cavalcanti, Mônica Tejo. II. Gonçalves, Mônica Correa. III. Título.

CDU 637.3 (043)

PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM SISTEMAS
AGROINDUSTRIAIS
MESTRADO - MODALIDADE ACADÊMICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em: 04 de fevereiro de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Mônica Tejo Cavalcanti

Profa. Dra. **Mônica Tejo Cavalcanti**
Universidade Federal de Campina Grande (PPGSA/UFCG)
Orientadora

Mônica Correia Gonçalves

Profa. Dra. **Mônica Correia Gonçalves**
Universidade Federal de Campina Grande (PPGSA/UFCG)
Coorientadora

Adriano Sant'Ana Silva

Prof. Dr. **Adriano Sant'Ana Silva**
Universidade Federal de Campina Grande (PPGSA/UFCG)
Membro Interno

Wiaslan Figueiredo Martins

Prof. Dr. **Wiaslan Figueiredo Martins**
Instituto Federal Goiano (IF Goiano)
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida. Agradeço e enalteço por ter me conduzido e me dado forças durante este período e por todas as etapas e obstáculos vencidos.

A meus pais, Luciana e Joaquim (*Im Memoriam*), por tudo que representam para mim. A minha mãe agradeço o amor incondicional, dedicação, preocupação, apoio, incentivo e paciência.

A minha orientadora, Profa. Dra. Mônica Tejo Cavalcanti, por ter acreditado em mim e ter me aceitado como sua orientanda, pelos valiosos ensinamentos e direcionamentos, pelo exemplo de profissional como mulher, pela paciência, oportunidade, confiança e orientação.

À minha coorientadora, Profa. Dra. Mônica Correia Gonçalves, pelas orientações, pelos conselhos, pela paciência, apoio, incentivo, vitórias alcançadas, alegrias compartilhadas, amizade, confiança... Agradeço por ter me proporcionado a oportunidade de obter tantos aprendizados.

Ao Instituto Nacional do Semiárido, em especial Erivaldo, Thiago e Vanessa, pelo apoio, disponibilidade e por tornar possível o desenvolvimento das análises.

A meu amigo e tão essencial ao desenvolvimento deste trabalho, Bruno Feitosa, por toda sua dedicação, empenho, ajuda, compreensão, atenção, conselhos e apoio em tudo.

Aos membros da minha banca examinadora, professores Dr. Adriano Sant'Ana Silva e Dr. Wiaslan Figueiredo Martins, pelas valiosas considerações e correções para o enriquecimento e aperfeiçoamento da dissertação.

Ao grupo de pesquisa do laboratório de Tecnologia de Leite e Derivados (GEPLAC) e Laboratório de Tecnologia de Grão e Cereais.

Agradeço em especial a Andressa e Ayla duas amigas que para mim são como irmãs e a Matheus por todo o amor, amizade, cumplicidade, respeito, atenção, companheirismo e conselhos.

Dedicatória

À minha mãe, por todo amor, apoio e compreensão e ao meu pai (in memoriam), Dedico.

“Um cientista no seu laboratório não é apenas um técnico: é, também, uma criança colocada à frente de fenômenos naturais que impressionam como se fossem um conto de fadas.”

Marie Curi

RESUMO

O *Lacticaseibacillus* spp. apresenta potencial probiótico e estudos têm associação do seu consumo, presente no queijo, à benefícios a saúde. Porém, culturas probióticas apresentam instabilidade em diferentes processamentos de alimentos. A marinação é um processo que envolve a imersão de alimentos por um determinado tempo e/ou temperatura, pré-estabelecidos, podendo alterar as características do produto. Portanto, o projeto de pesquisa tem como objetivo desenvolver um queijo caprino com o fermento autóctone contendo *Lacticaseibacillus* spp. e marinado em vinho tinto seco. O queijo caprino, adicionado da cultura *Lacticaseibacillus* spp. foi submetido ao processo de marinação, sob refrigeração, em vinho tinto seco, por 7 dias; um queijo controle foi processado apenas com adicionado da cepa probiótica. Ambos os tratamentos foram submetidos a armazenamento, sob refrigeração, durante 28 dias. Análises físico-químicas, microbiológicas e perfil de textura, fenólicos, capacidade antioxidante, oxidação lipídica e perfil de ácidos graxos foram realizadas nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias armazenamento sob refrigeração. A cultura indicou comportamento estável no queijo caprino, quando submetido ao processo de marinação em vinho tinto seco. O conteúdo mineral foi determinado no tempo 1. O queijo QM apresentou redução do percentual da umidade, baixo pH, elevada acidez comparado com o queijo QC. Elevadas concentrações de minerais foram encontradas no queijo QM. O queijo QM apresentou elevadas concentrações de compostos fenólicos, consequentemente alta capacidade antioxidante e baixa oxidação lipídica. A tecnologia do processo de marinação em vinho tinto seco, torna-se viável para queijo caprino adicionado da cepa potencialmente probiótica (*Lacticaseibacillus* spp.).

Palavras-chave: *Lacticaseibacillus* spp., compostos fenólicos, antioxidante.

ABSTRACT

Lacticaseibacillus spp. has probiotic potential and studies have associated its consumption, present in cheese, with health benefits. However, probiotic cultures instability in different proposed food processors. The marina is a process that involves a forecast of time/or temperature for a certain time, being able to change according to the characteristics of the product. Therefore, the research project aims to develop a goat cheese with the autochthonous yeast containing *Lacticaseibacillus* spp. and marinated in dry red wine. Goat cheese, added from the culture *Lacticaseibacillus* spp. marinating process under 3 days, was added to the marinating process, under the engine, in dry wine, for 7 days; a control cheese was processed only with the addition of the probiotic strain. Both treatments were carried out under refrigeration for 28 days. Analyses, microbiological, textures, antioxidants, chemical, chemical and lipid profile, physical, chemical, chemical, and lipid profile, produced at 1, 7, 14, 21 and 28 days duration. The culture showed behavior in goat cheese, when stable to the dry dye marinade process. Mineral content was determined without time 1 cheese. QM showed percent reduction in moisture, pH, high QC cheese compared to higher QC cheese. High Q of cheese was made by no. The cheese showed a hyperoxidation of phenolic compounds and a low lipid response. The technology of the processing process in dry red wine becomes the addition of the probiotic perceptive strain for cheese (*Lacticaseibacillus* spp.).

Keywords: *Lacticaseibacillus* spp., phenolic compounds, antioxidant.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela 1** Propriedades físico-químicas de queijo caprino adicionado *Lactocaseibacillus* spp., e marinado em vinho tinto seco.....49
- Tabela 2** Comportamento do parâmetro de cor da casca, durante o período de armazenamento dos queijos QC e QM, sob refrigeração.....54
- Tabela 3** Conteúdo mineral de queijo caprino adicionado *Lactocaseibacillus* spp., e marinado em vinho tinto seco.....53
- Tabela 4** Perfil de textura instrumental (TPA) durante o armazenamento refrigerado dos queijos caprino controle e marinado em vinho tinto.....57

CAPÍTULO II

- Tabela 1** Polifenóis totais e atividade antioxidante dos queijos controle (QC) e marinado (QM).....65
- Tabela 2** Ácidos graxos totais identificados nas amostras de queijo caprino controle (QC) e queijo caprino marinado em vinho tinto seco (QM).....67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma de processo do queijo caprino.....	25
-----------------	---	----

CAPÍTULO I

Figura 1	Curva de sobrevivência da população de <i>Lacticaseibacillus</i> spp. nos queijos QC e QM durante 28 dias de armazenamento sob refrigeração.....	46
Figura 2	Curva de crescimento de fungos filamentosos e leveduriformes nos queijos QC e QM durante 28 dias de armazenamento sob refrigeração.....	48
Figura 3	Comportamento do pH durante o período de marinação do queijo caprino.....	50
Figura 4	Comportamento do pH e acidez durante o período de armazenamento dos queijos QC (a) e QM (b) sob refrigeração.....	50
Figura 5	Influência no índice de profundidade (c) e índice de extensão (d) do queijo caprino adicionado <i>Lacticaseibacillus</i> spp., e marinado em vinho tinto seco.....	51

CAPÍTULO II

Figura 1	Efeito da marinação em vinho tinto sob a concentração de TBARS no queijo caprino.....	59
Figura 2	Média da área absoluta / 10^7 dos picos de ácidos graxos identificados nos queijos QC e QM no decorrer do armazenamento sob refrigeração.....	66
Figura 3	Média da área absoluta / 10^7 dos picos de ácidos graxos capróico (a), caprílico (b) e cáprico (c) identificados nos queijos QC e QM.....	69
Figura 4	Média da área absoluta / 10^7 dos picos de ácidos graxos láurico (d), mirístico (e), palmítico (f), palmitoleico (g), oleico (h) e linoleico (i) identificados nos queijos QC e QM.....	70

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. QUEIJO CAPRINO	13
2.2. <i>Lactocaseibacillus</i> spp.	16
2.3. PROCESSO DE MARINAÇÃO.....	17
2.4. VINHO.....	18
2.5. COMPOSTOS FENÓLICOS.....	19
2.6. RESVERATROL (3,4',5-Tri-hidroxiestilbeno).....	21
3. METODOLOGIA GERAL	22
3.2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FERMENTO.....	23
3.3. PROCESSAMENTO DOS QUEIJOS E PROCESSO DE MARINAÇÃO	23
3.4. AMOSTRAGEM	26
3.5. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	26
3.6. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	26
3.6.1. Viabilidade do fermento.....	26
3.6.2. Determinação dos parâmetros sanitários do queijo caprino.....	27
3.6.3. Viabilidade da cepa <i>Lactocaseibacillus</i> spp. no queijo caprino marinado	27
3.7. DETERMINAÇÃO DE K, Mg E Na DO QUEIJO	27
3.8. PERFIL DE TEXTURA (TPA) DO QUEIJO	28
3.9. FENÓLICOS TOTAIS DOS QUEIJOS E VINHO	28
3.9.1. Preparo do extrato do queijo	28
3.9.2. Determinação dos Fenólicos Totais	28
3.10. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS QUEIJOS E VINHO.....	28
3.10.1. Capacidade Antioxidante pelo método de ABTS	29
3.10.2. Atividade Antioxidante total pelo método de DPPH	29
3.11. OXIDAÇÃO LIPÍDICA DOS QUEIJOS	29
3.12. PERFIL DE ÁCIDO GRAXOS DOS QUEIJOS PELO MÉTODO DE CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADO A ESPECTROMETRIA DE MASSA (GC-MS)	
30	
3.12.1. Transesterificação das amostras	30
3.12.2. Identificação dos ésteres de ácidos graxos.....	30
3.13. ANÁLISE ESTATÍSTICA	31

4.REFERÊNCIAS	31
5.RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
CAPÍTULO I.....	40
IMPACTO DA MARINAÇÃO EM VINHO TINTO SECO SOB OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E DE TEXTURA DO QUEIJO CAPRINO ADICIONADO DE CULTURA POTENCIALMENTE PROBIÓTICA	40
Resumo	41
1.INTRODUÇÃO	42
2.MATERIAIS E MÉTODOS	43
2.1. FABRICAÇÃO DO QUEIJO	43
2.2. AMOSTRAGEM	44
2.3. ANÁLISE DOS QUEIJOS	44
2.3.1. Viabilidade do <i>Lacticaseibacillus</i> spp.....	44
2.3.2. Parâmetros microbiológicos sanitários	45
2.3.3. Análises físico-químicas	45
2.3.4. Cor.....	45
2.3.5. Perfil de textura instrumental	45
2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA	46
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
3.1. VIABILIDADE DA CULTURA <i>Lacticaseibacillus</i> spp. DURANTE O PERÍODO DE ARMAZENAMENTO DOS QUEIJOS.	46
3.2. QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA.....	48
3.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO QUEIJO	49
3.4. COR	54
3.5. PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL	56
4. CONCLUSÃO	57
5. REFERENCIAS	58
CAPÍTULO II.....	61
EFEITO DO PROCESSO DE MARINAÇÃO EM VINHO TINTO SECO, SOBRE OS COMPOSTOS BIOATIVOS, OXIDAÇÃO LIPÍDICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NO QUEIJO CAPRINO ADICIONADO DE CULTURA POTENCIALMENTE PROBIÓTICA	61
1. INTRODUÇÃO	63
2. MATERIAIS E MÉTODOS	64
2.1. PROCESSO TECNOLÓGICO DO QUEIJO CAPRINO.....	64
2.2. AMOSTRAGEM E PREPARO DO EXTRATO ALCOÓLICO	65

2.3. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i>	65
2.4. OXIDAÇÃO LIPÍDICA	66
2.5. PERFIL DE ÁCIDO GRAXOS DOS QUEIJOS PELO MÉTODO DE CG-MS.....	67
2.5.1. Transesterificação das amostras	67
2.5.2. Identificação dos ésteres de ácidos graxos	67
2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA	68
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	68
3.1. COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS QUEIJOS E VINHO.....	68
3.2. OXIDAÇÃO LIPÍDICA DOS QUEIJOS	70
3.3. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS.....	71
4. CONCLUSÃO	76
5. REFERÊNCIAS	76

1. INTRODUÇÃO GERAL

A sociedade tem buscado cada vez mais alimentos saudáveis, seguros e com alto valor nutricional. Os queijos fabricados, com leite de cabra, atendem a esses requisitos e por isso o beneficiamento desse leite em várias regiões do mundo vem aumentando. Do ponto de vista da importância nutricional, o leite de cabra se enquadra como alimento funcional, devido aos seus componentes bioativos. Além de possuir boa digestibilidade e baixo potencial alergênico, fornece ao consumidor benefícios para a saúde. Os produtos lácteos caprinos atuam também na proteção intestinal e preservação da microbiota saudável do organismo (DE SOUZA et al., 2021)

O queijo de cabra é uma matriz alimentar que apresenta potencial de desenvolvimento como alimento funcional, uma vez que é fonte de macro e micronutrientes e peptídeo bioativos altamente benéfico para a saúde (SANTOS, 2018). Pesquisadores relatam que produtos lácteos (por exemplo, iogurte, bebidas e queijo) são veículos adequados de probióticos que proporcionam benefícios à saúde do consumidor (KOMATSU et al., 2008).

Os queijos são particularmente interessantes nesse sentido devido à sua consistência sólida e alta capacidade de tampão, que ajudam a manter a viabilidade dos probióticos não apenas ao longo da vida útil do produto, mas também durante sua passagem pelo trato gastrointestinal após o consumo. Estudos têm relatado a eficiência destes queijos como um veículo para bactérias ácido-lácticas potencialmente probióticas dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, dentre elas o *Lacticaseibacillus* spp. (RODRIGUEZ et al., 2018), atualmente classificada como *Lacticaseibacillus* sp. Rolim et al. (2015), observaram em um estudo realizado com queijo Coalho caprino, que a cepa de *Lacticaseibacillus* spp. poderia ser usada como uma cultura protetora para retardar o crescimento de bactérias patogênicas, particularmente *S. aureus* e *L. monocytogenes*. Além disso, Rodrigues et al. (2018) sugerem que *Lacticaseibacillus* spp. sozinho ou adicionado ao queijo de cabra exerce um efeito preventivo contra danos induzidos por ácido acético e pode ser uma alternativa a doenças inflamatórias intestinal humano, indicando potencial probiótico.

As culturas probióticas podem apresentar comportamento instável em diferentes condições de processamento de alimentos. O fator mais importante que limita a produção de queijo probiótico é a incapacidade dos microrganismos de manter a estabilidade, ou seja, a viabilidade no final do processo. O processamento de alimentos pode causar diferentes tipos de

danos em bactérias benéficas, que finalmente levam a uma diminuição da viabilidade (CASSINI et al., 2020).

A marinação pode ser definida como um processo de difusão ou osmose, onde o produto é imergido em uma solução (MORENO et. al., 2020). Há diversas soluções empregados nas técnicas de marinados, como sucos de frutas cítricas, vinagres e variadas bebidas alcoólicas, sendo o vinho mais usual (ARAÚJO, 2011). O uso de vinhos no processo de marinação é uma forma de melhorar as propriedades sensoriais (textura, sabor e cor) e conceder diferentes características físico-químicas ao alimento (YOSOP, 2011).

Considerando o exposto, a pesquisa tem como objetivo desenvolver um queijo caprino com o fermento autóctone contendo *Lactocaseibacillus* spp. e marinado em vinho tinto seco.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. QUEIJO CAPRINO

Nas últimas décadas houve uma popularização do consumo de leite de cabra e seus produtos, especialmente os queijos, que são produzidos em todo o mundo, em função da diversidade de localização, composição do leite e técnicas de fabricação utilizadas. Diferenças entre os queijos de leite de cabra são atribuídos principalmente à natureza das mudanças físicas e químicas durante a armazenagem, que também são influenciados por substâncias químicas, as culturas ou ingredientes adicionados durante o processamento, processos de moldagem e prensagem, métodos de incorporação de sal, condições e tempo de maturação (COULIN et al., 2004).

O queijo pode ser definido como um produto de coagulação da coalhada que se obtém pela coagulação enzimática ou ácida do leite integral, parcialmente desnatado ou totalmente desnatado, com ou sem adição de corante ou de sal, suficientemente libertado do soro (FOX, 2017).

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de queijos (BRASIL, 1996):

“Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou

leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácido orgânico, isolado ou combinado, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes.”

No entanto, tal definição não contempla os diversos métodos e ingredientes utilizados na obtenção de grande variedade de queijos dentre eles frescos ou maturados, de diferentes formas e tamanhos, diferentes texturas, umidade, e condições de maturação, adicionados de especiarias, submersos em azeite, bebidas alcoólicas, extratos de plantas, frutas secas, cinzas, adicionados de culturas probióticas dentre diversos outros processos tecnológicos que diferenciam os tipos de queijos fabricados (CHAMPAGNE et al., 2011). Para Ordóñez (2005) uma definição mais completa sobre o queijo seria uma coalhada que se forma com a coagulação do leite de alguns mamíferos pela adição de coalho ou enzimas coagulantes e/ou pelo ácido láctico produzido pela atividade de determinados microrganismos presentes normalmente no leite ou adicionados intencionalmente, dessorando-se a coalhada por corte, aquecimento, prensagem, dando-lhe forma em moldes e submetendo-se a maturação por determinado tempo e temperatura e em condições de umidade relativas controladas.

A fabricação dos diversos tipos de queijos envolve a manutenção de parâmetros tecnológicos que estão incluídos basicamente nas seguintes fases: coagulação do leite, remoção do soro (dessoragem), produção de ácido, salga e cura (LEEG et al., 2017). Entre as etapas, ou mesmo durante elas, pode haver variações relativas no tempo de descanso da massa, tempo de mexeduras, diferenças de temperaturas, tempo de dessoragem e diferenças na condição de maturação. Esses fatores determinam a textura, aroma e sabor de cada queijo, influenciando as suas diferenças e características particulares (PHAN et al., 2008). Além disso, o queijo confere proteção às bactérias probióticas contra a ação do oxigênio, ao baixo pH e sais biliares durante a sua passagem pelo trato gastrointestinal. Características como pH próximo ao neutro, atividade de água normalmente elevada (salvo o grau de maturação de alguns tipos e alto teor de sal), matriz sólida e concentração relativamente elevada de gordura, evidencia que o queijo

seja um veículo para probióticos mais adequado do que leites fermentados e iogurtes (TERPOL et al., 2019).

Diversos tipos de queijos têm sido elaborados com o uso de culturas probióticas de *lactobacilos* e bifidobactérias, com resultados promissores destes produtos como veículo para os probióticos. A utilização do queijo como produto potencialmente probiótico se deve ao fato de suas características físicas e químicas apresentarem vantagens em relação a outros produtos lácteos fermentados (RANADHEERA et al., 2019). Os grupos de microrganismos que estão presentes, também caracterizam a identidade do produto. São eles que determinam grande parte das características organolépticas de textura, sabor e aroma. Além da bioproteção que esses microrganismos e suas bacteriocinas fornecem, protegendo os produtos de patógenos e agentes deterioradores, os produtos lácteos caprinos atuam também como probiótico e levam à proteção intestinal e preservação da microbiota saudável do organismo. Essas características podem estar presentes nas fabricações em pequena escala e em escalas industriais (SAAD et al., 2006).

As bactérias probióticas utilizadas na produção em escala industrial e de processamento devem manter-se com boa viabilidade durante processamento e armazenamento. Esses pré-requisitos representam desafios tecnológicos significantes, uma vez que muitas bactérias probióticas são sensíveis à exposição a oxigênio, calor e ácidos. Conseqüentemente, em alimentos fermentados, o pH tende a ser bastante reduzido e o desempenho desses microrganismos é baixo. Por esse motivo, os produtos com menor vida de prateleira, como o iogurte e leites fermentados, são os mais comumente utilizados como veículos de probióticos, apesar de já existirem produtos probióticos com maior vida de prateleira, como o queijo tipo Cheddar (KOMATSU et al., 2008).

A adição de culturas lácteas probióticas na composição dos queijos caprinos, vêm se destacando como uma vantagem relevante, apresentando potencial em colaborar para a manutenção da qualidade microbiológica durante o armazenamento (MORAIS et al., 2017). A elaboração de queijos de leite caprino com adição de cepas do gênero *Lacticaseibacillus* spp. com potencial probiótico, como agente fermentativo autóctone no processo tecnológico de fabricação, está atribuído à efeitos benéficos para saúde do consumidor, proporcionando transformações bioquímicas e alterações nos atributos sensoriais do produto (SANTOS et al. 2012; ROLIM et al., 2015).

2.2. *Lactocaseibacillus* spp.

A cepa *Lactocaseibacillus* spp. atualmente denominada como *Lactocaseibacillus* spp. é uma cultura autóctone, pertencente ao grupo dos *Lactobacillus casei*, isolada do queijo Coalho artesanal produzido a partir de leite bovino cru na região de Jaguaribe, Ceará, Brasil. Estudos realizados por Santos, et al. (2015), demonstraram que a cepa possui alta resistência a condições que simulam a passagem pelo trato gastrointestinal, superior a 70%, além disso mostrou capacidade de desconjugar todos os sais biliares testados.

De acordo com Kaushik et al. (2009), a característica de resistência da cepa no trato gastrointestinal é considerada uma propriedade desejável na seleção de bactérias potencialmente probióticas, uma vez que pode contribuir para a redução dos níveis de colesterol sérico no hospedeiro. Sob sua característica tecnológica, o *Lactocaseibacillus* spp. indicou capacidade de crescimento e viabilidade em leite acidificado, conforme esperado, considerando sua origem láctea. De acordo com Bourn et al. (2008), considerando o pH geralmente baixo dos alimentos lácteos fermentados, a capacidade de sobreviver em leite acidificado pode ser uma característica interessante para candidatos a probióticos, relacionada ao armazenamento refrigerado desses produtos.

Rolin et al. (2018), avaliaram a viabilidade de *Lactocaseibacillus* spp. incorporado em queijo de cabra semiduro (Coalho) quando exposto a condições gastrointestinais simuladas, bem como os efeitos inibitórios desta cepa contra bactérias patogênicas durante o armazenamento refrigerado do queijo. No estudo, os resultados indicam que o queijo de Coalho de cabra tem efeito protetor sobre a viabilidade de *Lactocaseibacillus* spp. durante a digestão artificial. Além disso, a cepa pode ser usada como cultura protetora para retardar o crescimento de bactérias patogênicas, particularmente *S. aureus* e *L. monocytogenes*.

Segundo Rodrigues et al. (2018), o tratamento com a cultura isolada do *Lactocaseibacillus* spp. adicionado em queijo de cabra em animais com colite induzida por ácido acético modularam a resposta inflamatória suprimindo NF- κ B p65 e supra-regulação de SOCs-1. Além disso, o probiótico foi eficaz na proteção ou restauração da citoarquitetura do tecido colônico. Por isso, *Lactocaseibacillus* spp. é um probiótico com potencial benefício para o tratamento de DII.

Segundo Rolin et al. (2021), o uso da cepa probiótica de *Lactocaseibacillus* spp, seja como cultura pura ou adicionada a uma matriz de queijo, é capaz de reduzir a colonização de *Salmonella* no lúmen intestinal e diminuir o dano. Além disso, o uso de queijo para a entrega

de cepas probióticas (LrCh) foi associado a uma mudança acentuada na composição da microbiota intestinal para o aumento de organismos benéficos como *Blautia* e *Lactobacillus* uma redução na expressão de NF- κ B, sugerindo que os queijos podem ser explorados como matrizes funcionais para a entrega eficaz de cepas probióticas aos consumidores.

2.3.PROCESSO DE MARINAÇÃO

Segundo Xiong (2005), a marinação é uma prática culinária tradicional milenar. Os métodos utilizados para elaboração de produtos marinados são: imersão, injeção ou massageamento. A imersão é o método mais antigo e consiste na imersão da matriz alimentar na solução, permitindo que os ingredientes penetrem no alimento por difusão com o passar do tempo, sem a aplicação de nenhuma força.

A tecnologia de marinação vem se desenvolvendo desde os anos 80, principalmente nos Estados Unidos, mas também no reino Unido, Noruega, Suécia e Finlândia, onde é regulamentada e resulta em produtos bem aceitos pelos consumidores que reconhecem o incremento do sabor e da textura. No processo de marinação, várias soluções base pode ser utilizadas, tais como: vinho, vinagre, suco de limão, molho de soja, salmoura, óleos essenciais, sais, amaciantes, ervas, especiarias ou ácidos orgânicos. Essa técnica tem o objetivo de melhorar a qualidade sensorial de forma natural, aumentando a segurança e estendendo a vida de prateleira do produto (ALVORADO, 2007; YOSOP, 2011).

Vários estudos foram realizados, com o objetivo de avaliar o efeito desta técnica em diferentes matrizes alimentares, dentre eles: frango marinado em extrato de própolis (RAKESH et al., 2022), carne suína marinada em solução enriquecida de probióticos (GARGI et al., 2021), carne bovina marinada em vinagre de frutas (MASSIMO et al., 2020), anchova marinada em vinagre branco e vinagre de cidra (BABIKOVA et al., 2020), carne bovina marinada em vinho (ARCANJO et al., 2019), camarão marinado em vinho (JUNJIE et al., 2013), coxas de rã marinada em vinho (FILHO et al., 2015), carne caprina marinada em salmoura condimentada (FERREIRA, 2013), queijo semiduro tipo italiano marinado em vinho (INNOCENCE et al., 2007), entretanto ainda não existem estudos que avaliam o efeito do processo de marinação em vinho tinto seco no queijo caprino adicionado de fermento autóctone com potencial probiótico.

Dentre os ingredientes utilizados na marinação, o vinho é considerado uma fonte de compostos fenólicos, podendo atuar como antioxidantes, variando seu teor e composição, conforme o tipo de uva utilizada no processo tecnológico (MENG et al., 2012; KEKELIDZE

et al., 2018). O vinho é uma bebida alcoólica, resultante da transformação biológica da uva, que contém substâncias fenólicas, como flavonoides, estilbenos (resveratrol), ácidos fenólicos e uma diversidade de taninos (BIASI et al., 2014; CUEVA et al., 2017).

2.4. VINHO

O vinho é uma bebida obtida da fermentação alcoólica da uva madura e fresca ou suco de uva fresco; sua definição bioquímica é caracterizada como bebida proveniente da fermentação alcoólica dos açúcares de suco de uva pelas leveduras e, em alguns casos, pelas bactérias lácticas (BRASIL, 1988; SWIEGERS et. al., 2008).

O consumo de vinho teve início aproximadamente há 7.000 anos no Mediterrâneo, com sua comprovação benéfica à saúde em 1992, quando foi publicado o Paradoxo Francês. De acordo com estudos realizados, foi observado que na França, apesar de o consumo elevado de gorduras saturadas, havia menor incidência de doenças coronárias, fato atribuído ao alto consumo de vinho (WURZ, 2019). Desde então vem despertando atenção científica para os compostos e seus efeitos benéficos à saúde humana.

De acordo com a Portaria n° 229, de 25 de outubro de 1988, que estabelece o Padrão de Identidade e Qualidade do Vinho, os vinhos são classificados quanto à classe (de mesa; leve; fino; espumante; frisante; gaseificado; licoroso; composto), à cor (tinto; rosado, rosé ou clarete; branco), e ao teor de açúcar (nature; extra-brut; brut; seco, sec ou dry; meio doce, meio seco ou demi-sec; suave; e doce). Define-se vinho seco o vinho que contiver até quatro gramas de glicose por litro, meio-seco o que contiver entre quatro e vinte gramas de glicose por litro e suave mais de vinte gramas de glicose por litro.

As principais substâncias que constituem o vinho são: açúcares, álcoois, ácidos orgânicos, sais de ácidos minerais e orgânicos, compostos fenólicos, pigmentos, substâncias nitrogenadas, pectinas, gomas e mucilagens, compostos voláteis e aromáticos (ésteres, aldeídos e cetonas), vitaminas, sais e anidrido sulfuroso (BUTNARIU; BUTU, 2019).

O álcool etílico juntamente com a água e o glicerol são os componentes mais importantes no vinho. O álcool etílico e o glicerol em proporção de 5 a 10 g/l são provenientes da fermentação alcoólica. Além do álcool etílico e do glicerol, o butilenoglicol, e o inositol, que possuem propriedades vitamínicas, estão normalmente presentes no vinho (ALI et al., 2010).

Os principais ácidos orgânicos encontrados são D-tartárico, que na indústria farmacêutica é utilizado como um laxante, L-málico e L-cítrico, provenientes da uva, e

succínico, láctico e acético, provenientes da fermentação. Alguns outros ácidos são encontrados em pequenas quantidades; a acidez fixa no vinho é formada por alguns aldeídos como o tartárico, málico, láctico, succínico e cítrico. O ácido acético é o principal componente para a acidez volátil do vinho (RIBÉREAU-GAYON et. al., 2006).

Os principais constituintes de sais do vinho são os ânions minerais, sulfato, fosfato, cloreto e sulfito, e os orgânicos, tartarato, malato e lactato, além de alguns cátions como o K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Al^{2+} e Cu^{2+} (VOGT, 1986). Os sais de cálcio e ferro são utilizados na medicina para o tratamento de descalcificação e anemia. A quantidade de extrato seco determina o corpo do vinho. O vinho que apresentar menos que 2% de extrato seco é considerado leve ou magro, sendo comparado gustativamente com outro vinho que apresenta extrato seco acima de 3% (BUTNARIU; BUTU, 2019).

Os compostos fenólicos têm grande importância no vinho, pois conferem a coloração e grande parte do sabor, além de proteger a uva contra fungos, bactérias, vírus e radiação solar. Os polifenóis são encontrados principalmente na casca, semente e polpa da uva, apresentam propriedade de coagular as proteínas do vinho e intervêm na clarificação por colagem. O sabor de vinhos tintos e brancos é diferenciado pela presença dos compostos fenólicos, que apresentam ação benéfica à saúde principalmente em razão das propriedades antioxidantes, bactericidas e vitamínicas, auxiliando na prevenção de doenças cardiovasculares (ZOECKLEIN et al., 2013; VILLANO, 2017; BAIANO, 2020).

2.5. COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, além disso se formam em condições de estresse como infecções, ferimentos, radiações do tipo ultravioleta (UV), dentre outros (LATTANZIO, 2013).

Quimicamente, os fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. Possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais. Existem cerca de cinco mil fenóis, dentre eles, destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis.

É vasta a produção de compostos fenólicos por diversos vegetais (cerca de 8000 compostos já foram detectados). Estes compostos são constituintes naturais que exercem ação

antioxidante devido à sua estrutura química e podem propiciar diversos benefícios biológicos. Assim, em virtude destes benefícios adicionais, o alimento portador de quantidades significativas destes compostos pode vir a ser classificado como funcional (HEIM et al., 2002).

Dentre os compostos fenólicos que participam da constituição dos vinhos estão os polifenóis, responsáveis por características importantes nesta bebida. Os polifenóis possuem várias funções ligadas diretamente à saúde humana, como a de anticancerígeno, anti-inflamatório e ação contra o aparecimento de doenças cardiovasculares (BUTNARIU, BUTU, 2019).

Entre os polifenóis existentes, o resveratrol faz parte do grupo dos não flavonoides, encontrado em grande quantidade em vinhos tintos. É oriundo das cascas de uvas e surge como defesa às videiras contra micro-organismos. Acredita-se que ele desempenha um papel fundamental na saúde humana, agindo como antioxidante, evitando a doença aterosclerose e atuando contra patologias cardíacas (ALMEIDA, 2015; PASTOR et al., 2017).

Alguns polifenóis possuem a capacidade de alterar positivamente, propriedades funcionais do leite e de produtos lácteos, pois interagem com as proteínas do leite, principalmente as proteínas ricas em prolina, como caseínas. Eles podem favorecer a estabilidade microbiológica, capacidade de formar espuma, estabilidade oxidativa e estabilidade ao calor (O'CONNELL; FOX, 2001).

A eficácia dos compostos fenólicos na prevenção da oxidação lipídica ocorre pelo sequestro de radicais livres e quelação de metais, com atuação na etapa de iniciação e na propagação do processo oxidativo gerando produtos intermediários relativamente estáveis, protegendo assim os tecidos da ação dos radicais livres e da peroxidação lipídica. Ressalta-se que a eficácia da atividade antioxidante depende do nível de inclusão e de sua estabilidade nas condições de processamento dos alimentos (BALASUNDRAM et al., 2006).

Estudos realizados por Han et al. (2011) mostraram que maior é a capacidade de sequestrar radicais e atividade antioxidante em queijos formulados com adição de compostos fenólicos isolados (catequina, galato de epigallocatequina, ácido tânico, ácido homovanílico, hesperitina e flavonas) comparado ao queijo controle. Entre os queijos, aqueles formulados com extrato de uva, apresentaram maior sequestro de radicais livres comparado aos demais.

Os compostos fenólicos possuem a capacidade, principalmente de modular, a composição das comunidades microbianas intestinais inibindo as bactérias patogênicas e favorecendo as bactérias benéficas, assim exercendo a função prebiótica e aumentando a população de bactérias benéficas, sugerindo uma relação entre compostos fenólicos e

probióticos (OZDAL et al., 2016; LLANO et al., 2017; SUCCI et al., 2017; SOUZA et al., 2019).

Segundo Souza et al. (2018) matrizes alimentares que apresentam combinações de compostos fenólicos e probióticos, em sua formulação, surgem como produtos promissores para a indústria alimentar, uma vez que já demonstraram benefícios de saúde associados ao consumo desses componentes bioativos e boa aceitação pelos consumidores.

2.6. RESVERATROL (3,4',5-Tri-hidroxiestilbeno)

O resveratrol (3,4',5-Tri-hidroxiestilbeno) foi identificado pela primeira vez em 1940, a partir da raiz de uma planta medicinal venenosa: a White Hellebore (*Veratum grandiflorum* O. Loes) e depois, em 1963, a partir das raízes de *Polygonum cuspidatum*, uma planta usada na medicina tradicional chinesa e japonesa. Contudo, o interesse pelo composto aumentou em 1992, quando ele foi considerado para explicar alguns dos efeitos cardioprotetores do vinho tinto e foi sugerido como um fator importante para compreender o “Paradoxo francês”, um termo utilizado para descrever a observação de que a população francesa tem uma incidência muito baixa de doenças cardiovasculares, apesar de possuir uma dieta rica em gordura. O cientista francês Renaud (1992) atribuiu esse paradoxo ao alto consumo de vinho tinto por essa população (BAU, 2005; XU, 2007).

O resveratrol é um polifenol que pertence à classe dos estilbenos e tem sido estudado como um antioxidante natural (HE et al., 2013). Seu núcleo é composto por dois anéis fenólicos unidos por uma dupla ligação e sua biossíntese é induzida em resposta a condições desfavoráveis de stress, infecções microbianas e exposição do vegetal à luz ultravioleta.

As principais fontes de resveratrol na dieta humana são uvas, vinho tinto, amendoim e manteiga de amendoim. As concentrações de resveratrol encontradas nos vinhos e sucos de uvas variam de acordo com a origem e o tipo da uva, o processo de vinificação ou extração do suco e a infecção fúngica ocorrente na videira. A concentração de resveratrol no vinho tinto é maior que no vinho branco; isso se dá devido ao seu processo de produção, no qual são maceradas as partes da uva em que a concentração de resveratrol é maior, a exemplo da pele e sementes (COSME et al. 2018; KING et al., 2006).

De acordo com Lima et al. (2014) o resveratrol possui capacidades biológicas dentre elas: propriedade anti-inflamatória, anticarcinogênica, antimicrobiana, antioxidante e

termogênica. Em razão desses benefícios, alcançou aplicações em produtos farmacêuticos e alimentícios.

Segundo He et al. (2018), o resveratrol possui ação antioxidante em produtos alimentícios e sugerem sua utilização como aditivo natural, substituindo os aditivos sintéticos. No estudo, os autores utilizaram resveratrol e ésteres de resveratrol em carne suína moída e compararam a oxidação lipídica das amostras a um grupo controle (sem aditivos) e a um tratamento com BHT. Os resultados demonstraram que as amostras tratadas com 1 mL de resveratrol e seus derivados diminuíram até 32% o valor de TBARS comparado ao grupo controle e 25% comparado ao tratamento com BHT.

Na literatura, estudos descrevem que utilizaram a farinha do bagaço de uva na panificação, produtos cárneos, laticínios e bebidas como uma fonte antioxidante e de fibras (ZHU et al., 2015). Sporin et al. (2018) compararam a adição da farinha do resíduo de uvas Merlot (vermelha) e Zelen (branca) em pães e concluíram que ambas causam impacto na firmeza, cor, textura e propriedades antioxidantes da massa do pão (ŠPORIN et al., 2018). Marchiani et al. (2016) desenvolveram iogurtes com resíduos das uvas Chardonnay, Moscato e Pinot Noir para aumentar as propriedades funcionais do fermentado lácteo com a adição de fibras e compostos fenólicos (MARCHIANI et al., 2016). Innocente et al. (2007), avaliaram o queijo italiano semiduro, maturado e imerso em vinho, e observaram que a fração aromática foi fortemente influenciada pelo processo de migração do sistema de imersão, para o queijo, atribuindo notas aromáticas florais e frutadas.

3. METODOLOGIA GERAL

3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Grãos e Cereais (LTGC) e Laboratório de Tecnologia de Leite e Derivados (LTLTD), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal-PB, onde foi desenvolvido o queijo, as análises microbiológicas, físico-químicas, quantificação de compostos bioativos, capacidade antioxidante e perfil de ácidos graxos. Na estação experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), foi realizada as análises do perfil de textura, análise elementar e minerais.

O leite utilizado para reativação da cultura e processamento do queijo, foi doado pela Fazenda Carnaúba localizada na região do Cariri Paraibano, proveniente de cabras de raças adaptadas ao clima do Semiárido nordestino e o vinho tinto seco, utilizado no processo tecnológico de marinação, foi adquirido em comércio local da cidade de Pombal – PB.

3.2. PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FERMENTO

A cultura láctea autóctone *Lacticaseibacillus* spp., foi fornecida pelo Banco de Microrganismos da Embrapa Caprino e Ovinos e está cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado, através do projeto intitulado “PROBIOLACT”/número de autorização A925322.

A cepa liofilizada de *Lacticaseibacillus* spp. foi inoculada a concentração de 0,2% (m/v), em leite caprino altoclavado, em seguida incubado em BOD a 37 ± 1 °C /24 horas (1° reativação). O fermento então foi preparado com um novo cultivo, com a transferência de 2% (v/v) da cultura mãe (1° reativação) para o leite caprino previamente esterilizado e em seguida incubado em BOD a 37 ± 1 °C /12 horas (2° reativação). Após a incubação, foram retiradas alíquotas para determinação da contagem de bactérias ácido lácticas conforme descrito por Silva et al., (2017). A fermentação foi interrompida com o processo de refrigeração (10 °C) do fermento, permanecendo sob estas condições até sua utilização.

3.3. PROCESSAMENTO DOS QUEIJOS E PROCESSO DE MARINAÇÃO

O queijo foi elaborado seguindo os procedimentos adaptados, descritos na patente de número BR 10 2018 0764 5 (CAVALCANTI et al., 2018). O fluxograma do processamento do queijo caprino está descrito na Figura 1.

Com a finalidade de comparar os parâmetros do queijo caprino adicionado de fermento autóctone, marinado em vinho tinto seco (tratamento QM) e avaliar a atividade antioxidante dos queijos (*in vitro*), a sobrevivência (*in vitro*) e interação da cepa *Lacticaseibacillus* spp. incorporados na matriz dos queijos, também foi elaborado queijo controle, denominado de tratamento QC, adicionado apenas do fermento autóctone, sem o processo de marinação. O experimento foi conduzido em dois lotes distintos.

O leite caprino foi submetido ao processo de pasteurização lenta, seguido de resfriamento até atingir temperatura de 37 °C, neste momento foi inoculado o fermento lácteo

autóctone, composto pela cepa *Lacticaseibacillus* spp. ativada, na concentração de 2% (v/v), seguido de homogeneização e repouso para o processo de fermentação, durante 30 minutos. Após o repouso, foi adicionado o cloreto de cálcio (200 ppm/100 L de leite), realizada a homogeneização, seguindo então para adição do coagulante líquido comercial (Enzima Quimisina da marca HA-LA®), a quantidade adicionada foi de acordo as indicações do fabricante (8-9 mL/10 L de leite), homogeneização e repouso durante o período de 40 minutos até formação da coalhada.

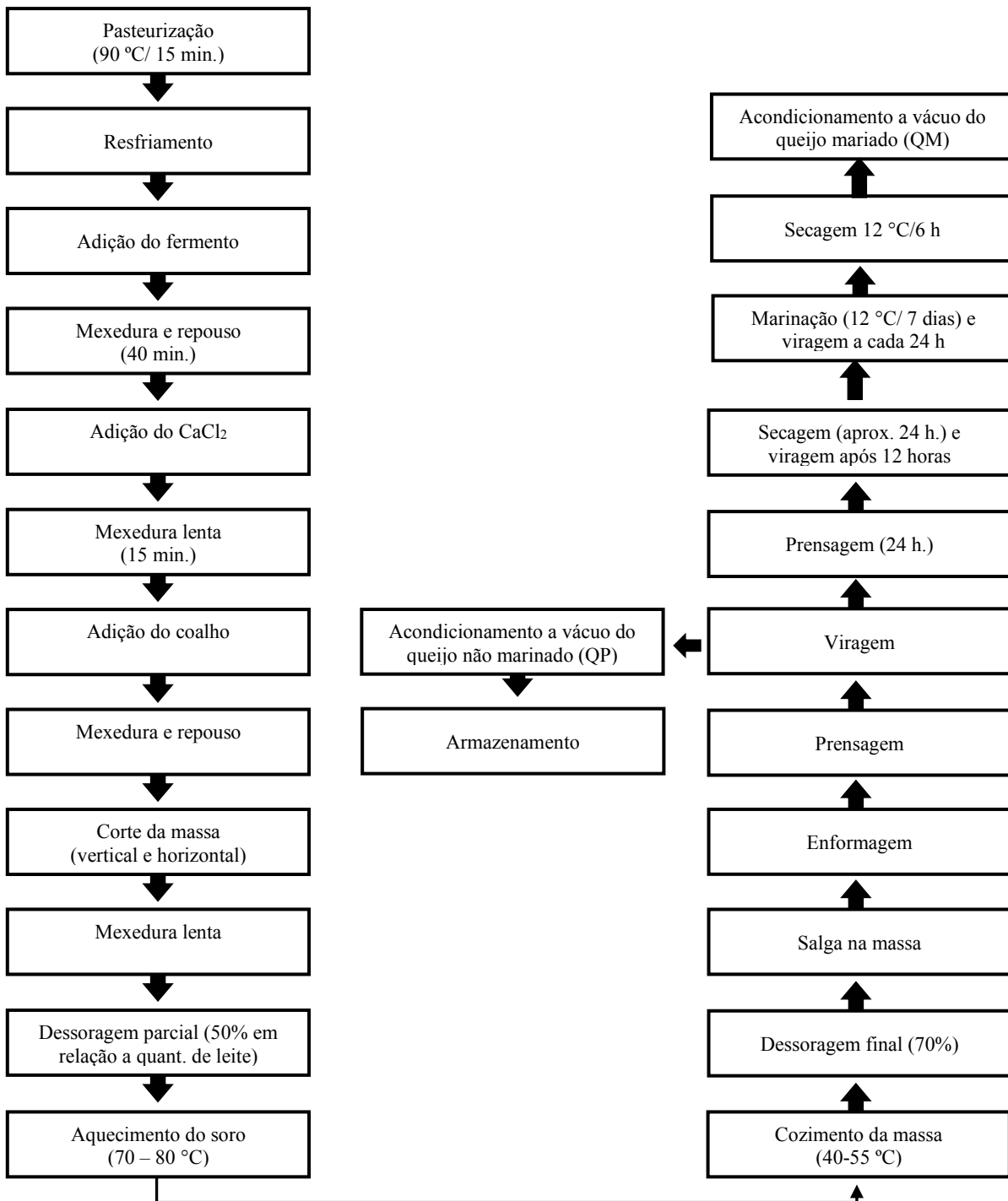
A coalhada foi submetida a cortes verticais e horizontais, seguido de mexedura lenta durante 15 minutos e então realizada a dessoragem parcial (50%). O soro foi retirado, aquecido à 80 °C e então adicionado a massa para seu cozimento, até atingir uma temperatura entre 40 e 55 °C. Após esta etapa, foi realizada a dessoragem final, retirando cerca de 70% do soro, seguido da salga (1% de sal/ volume de leite), enformagem utilizando forminhas de 250 g e prensagem (24 h), sendo virados após 30 minutos.

Após a prensagem, metade da produção seguiu para secagem (24 h) e viragem a cada 12 horas, sob refrigeração, em seguida os queijos foram embalados a vácuo e armazenados sob a mesma temperatura de secagem. O queijo foi identificado como queijo controle (QC). Os demais queijos foram submetidos ao processo de marinação e identificados como queijo marinado (QM).

A definição do período (horas) e proporção de queijo:vinho, foi determinado através de testes prévios, que apontou 7 dias (168 h) de marinação do queijo de 250 g imerso em 500 mL de vinho tinto, foi o suficiente para a obtenção de um produto visualmente uniforme.

Portando, a marinação foi realizada através da imersão total dos queijos em vinho tinto seco, permanecendo em infusão por um período de 7 dias, sob condições de refrigeração. Nas primeiras 12 horas de marinação, o queijo foi virado e em seguida as viragens foram realizadas a cada 24 horas com o objetivo de obter um produto uniforme. Após o processo de marinação, os queijos foram retirados do vinho e por um período de 24 horas, permaneceram secando em temperatura de refrigeração e em seguida foram embalados a vácuo e armazenados a 4-10 °C

Figura 1: Fluxograma de processo do queijo caprino.



3.4. AMOSTRAGEM

Antecedendo as análises, uma peça de cada tratamento foi cortada por vez, triturada e homogeneizada, para melhor amostragem e retiradas assepticamente amostras para a contagem de micro-organismos, análises físico-químicas, oxidação lipídica e fenólicos totais. Para determinação do perfil de textura, foi utilizada o queijo inteiro.

A análises foram realizadas no dia seguinte ao processamento (dia 1) e aos 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento sob refrigeração ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) e em triplicata. Exceto o perfil de ácidos graxos e minerais que foram analisados apenas no dia 1.

3.5. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As amostras dos queijos (QC e QM) foram submetidas às análises de teor de umidade, gordura, gordura no extrato seco, obtido por diferença com relação ao teor de umidade, teor de cinzas, acidez em ácido láctico e teor de nitrogênio total pelo método Kjeldahl (AOAC, 2016); pH, em potenciômetro (modelo Digimed DM – 22); e Atividade de água a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (modelo Pre AQUA LAB).

3.6. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

3.6.1. Viabilidade do fermento

A viabilidade do fermento liofilizado foi avaliada através da análise de bactérias lácticas totais. Foi retirada 25 g de fermento, homogeneizado em água peptonada esterilizada em seguida, retirado 1 mL, reconstituído em 9 mL de água salina esterilizada, seguido de homogeneização em vortex. Diluições decimais seriadas foram preparadas utilizando a 1^o diluição do fermento, seguida de semeadura de 100 μL de inóculo em superfície (*pour plate*) em meio ágar MRS (MRS, Oxoid, Basigstoke, Reino Unido) como recomendação do *International Dairy Federation* (1995). As placas foram incubadas em jarra de aerobiose a $37\text{ }^{\circ}\text{C}/48\text{ h}$ em BOD. Posteriormente foram realizadas as contagens totais das colônias em placas, o resultado da contagem foi quantificado como Unidades Formadoras de Colônias por mL da amostra (UFC/ mL).

3.6.2. Determinação dos parâmetros sanitários do queijo caprino

As análises microbiológicas realizadas foram de acordo com o preconizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), segundo a Resolução RDC nº 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), bem como pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), através da Portaria nº 146, de 07 de março de 1996 (BRASIL, 1996), sendo elas: coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* e psicotróficos, além disso fungos e leveduras conforme a metodologia adotada pelo Silva et al. 2017.

3.6.3. Viabilidade da cepa *Lacticaseibacillus* spp. no queijo caprino marinado

Ao longo dos dias de armazenamento (1, 7, 14, 21 e 28), porções de 25 g dos queijos (QC e QM) foram retiradas, homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1% (diluição 10^{-1}), utilizando-se um agitador de tubos, por 60 segundos. Diluições decimais subsequentes foram preparadas utilizando a água salina como diluente.

Para avaliar a viabilidade das cepas de *Lacticaseibacillus* spp. no queijo, foram realizadas diluições decimais dos queijos (10^{-5} a 10^{-8}) seguida de semeadura do inóculo em superfície (*pour plate*) em ágar MRS (MRS, Oxoid, Basigstoke, Reino Unido) como recomendação do *International Dairy Federation* (1995).

3.7. DETERMINAÇÃO DE K, Mg E Na DO QUEIJO

A determinação potássio, magnésio e sódio, cobre, ferro, zinco e manganês, foi realizada de acordo com o método descrito por Ozbek e Akman (2016), utilizando um espectrômetro de emissão atômica com plasma induzido por micro-ondas (MP-AES 420, Agilent) espectrometria de emissão atômica por plasma de micro-ondas com método de operação pré-determinado.

As amostras foram liofilizadas, adicionadas de HNO₃, em seguida submetidas ao processo de pré-digestão e por último digestão completa em um digestor de micro-ondas com sistema fechado modelo MARS 6 (CEM, Mattheus, USA) e posterior determinação no espectrômetro de emissão atômica.

3.8. PERFIL DE TEXTURA (TPA) DO QUEIJO

A amostragem dos queijos foi realizada retirando cilindros com o auxílio de uma sonda de 20 mm de diâmetro interno, submetendo as amostras ao analisador de textura Brookfield CT3, cujo software é autoexplicativo. Na avaliação de textura foram analisados os seguintes parâmetros: elasticidade, coesividade, mastigabilidade, gomosidade, adesividade e dureza.

3.9. FENÓLICOS TOTAIS DOS QUEIJOS E VINHO

3.9.1. Preparo do extrato do queijo

No preparo do extrato foi pesado 1 g de queijo triturado, em tubos Falcon envolvidos em papel alumínio, adicionando álcool metílico p. a. na proporção de 1:10 (m/v), em seguida o extrato foi agitado por 10 minutos e submetido a centrifugação (3000 rpm) por 15 minutos. O sobrenadante foi utilizado nas análises.

3.9.2. Determinação dos Fenólicos Totais

O teor dos compostos fenólicos totais foi mensurado nas amostras QC e QM através do método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965). Alíquotas de 150 μL de extrato foram misturadas com 125 μL do reagente Folin-Ciocalteu (1:1 água deionizada) e 2250 μL de solução de carbonato de sódio (28 g/L). As amostras permaneceram ao abrigo da luz por 30 min. e então foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 725 nm. O ácido gálico foi utilizado para a determinação da curva padrão, os resultados das absorbâncias foram expressos em miligrama de equivalente ácido gálico (EAG) por grama de amostra.

3.10. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS QUEIJOS E VINHO

A determinação da capacidade e atividade antioxidante dos queijos e do vinho, foram realizadas pelas metodologias de ABTS e DPPH descritas nos itens 5.11.1 e 5.11.2. Antecedendo as análises, o extrato dos queijos foi preparado de acordo com o item 5.10.

3.10.1. Capacidade Antioxidante pelo método de ABTS

A atividade antioxidante total foi determinada através do ensaio com ABTS, obtido pela reação de 5 mL de ABTS (7 mM) com 88 μ M de persulfato de potássio 140 mM, conforme descrito por Re et al. (1999). O sistema foi mantido em repouso, a temperatura ambiente por um período de 12 a 16 horas em ausência de luz. O ABTS foi diluído com álcool metílico até obter valor de absorvância de $0,7000 \pm 0,05$ a 734 nm.

O percentual de decréscimo na absorvância foi medido pela concentração, e a capacidade de capturar o ABTS, foi calculada com base no decréscimo da absorvância observada. Foi construída uma curva de calibração, representada graficamente com porcentagem (%) de inibição versus concentração do Trolox. Os resultados da atividade da amostra foram expressos em % de inibição (RE et al., 1999).

3.10.2. Atividade Antioxidante total pelo método de DPPH

A atividade antioxidante *in vitro* foi determinada através do teste DPPH com leitura em espectrofotômetro UV-Visível a 515 nm. A capacidade antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) – a captura de radicais de 2,2 – azino-bis foi determinada de acordo com o método descrito por Re et. al. (1999), medida em espectrofotômetro UV- Visível a 734 nm, plotada como a porcentagem (%) de inibição versus concentração de Trolox.

3.11. OXIDAÇÃO LIPÍDICA DOS QUEIJOS

A determinação da oxidação lipídica dos queijos seguiu a metodologia descrita por Lee et. al (2015) e Hoyland et. al (1991).

Foram pesados 2 g de amostra de queijo triturados em tubo de Falcon, envolvidos com papel alumínio, adicionadas de 10 mL de TCA (7,5%) e agitadas por 10 minutos. Em seguida a mistura foi filtrada em papel filtro, e 5 mL do filtrado foi colocado em tubos de ensaio, adicionado de 5 mL de TBA (0,02M) e levados ao banho-maria (100 °C) por 45 minutos. O branco foi composto por 5 mL de TBA + 5 mL de TCA, levado ao banho-maria por 45 minutos. Após resfriados em banho de gelo, os tubos apresentaram coloração rosa, procedendo-se a leitura em espectrofotômetro com absorvância de 539 nm. O resultado foi expresso em MDA/kg.

3.12. PERFIL DE ÁCIDO GRAXOS DOS QUEIJOS PELO MÉTODO DE CROMATOGRAFIA GASOSA ACOPLADO A ESPECTROMETRIA DE MASSA (GC-MS)

3.12.1. Transesterificação das amostras

A transesterificação das amostras foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Molkentim e Precht (2000), adaptada.

Foram pesados 0,5 g dos queijos triturados (QC e QM) em tubo falcon, adicionado de 0,5 mL da solução de KOH 2M preparada em Álcool metílico P.A. grau HPLC (Dinamica®, São Paulo/SP), e 1 mL de hexano grau HPLC P.A (Dinamica®, São Paulo/SP) , agitado em vortex por 3 minutos e em seguida levado ao banho-maria (Sevenlabor®, Piracicaba, SP)á 50 °C, permanecendo ali durante 30 minutos. Após resfriados, foi adicionado 2 mL de HCl 1,25 M em metanol, agitado em vortex por 10 segundos e levados novamente ao banho-maria (50 °C) durante 10 minutos. Após resfriados, foi adicionado 1 mL de água ultrapura e 1 mL de hexano, agitado em vortex durante 1 minuto e centrifugado (2500 rpm) por 5 minutos.

A fase orgânica superior foi transferida para um tubo, adicionado de 0,5 g de sulfato de sódio anidro e então centrifugado (2500 rpm) durante 5 minutos. Foi retirada a fase n-hexano com o auxílio de micropipeta e transferida para o vial de GC.

O vial foi lacrado com o auxílio de lacrador manual, para que não ocorresse a evaporação dos ácidos graxos de cadeia curta, e armazenado em temperatura de refrigeração até o momento da injeção no cromatógrafo gasoso.

3.12.2. Identificação dos ésteres de ácidos graxos

Os ácidos graxos foram identificados sob a forma de éster metílicos analisados por CG-MS (Agilent®, modelo 7890B), equipado pela coluna HP5-MS com 30 m de comprimento, 0,250 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura do filme. As amostras foram injetadas com injetor automático e o volume de injeção foi 1 mL.

A temperatura inicial do forno foi de 50 °C, tendo-se mantido nessa temperatura durante 3 minutos. Em seguida a temperatura foi programada até 60 °C a uma taxa de aquecimento de 5 °C/min., seguida de aumento para 280 °C a uma taxa de 15 °C/min. A temperatura de interface foi de 270 °C e a temperatura da fonte iônica de 250 °C.

As áreas cromatográficas dos ésteres metílicos foram avaliadas e a sua concentração individual foi calculada em termos relativos de porcentagem da área cromatográfica total. A identificação de cada éster metílico individual foi efetuada por análise do seu espectro de massa, na ordem de eluição e por comparação dos espectros de massa da biblioteca de espectros (NIST).

3.13. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram analisados em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Nos resultados referentes ao armazenamento dos queijos foi aplicado esquema fatorial 5×2 , sendo 5 tempos de armazenamento e 2 tipos de queijos, considerando 2 lotes. Os dados foram tratados com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016), através da Análise de Variância (ANOVA), comparando-se as médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

4. REFERÊNCIAS

ALI, K.; MALTESE, F.; CHOI, YH, & VERPOORTE, R. Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products. *Phytochemistry reviews: proceedings of the Phytochemical Society of Europe.*, v. 9, p. 357-378, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11101-009-9158-0>>

ALMEIDA, P. Studies with Emulsion Containing trans-resveratrol: in vitro Release Profile and ex vivo Human Skin Permeation. *Current Drug Delivery*, v. 12, p. 157-165, 2015.

ALVARADO, C. A; MCKEE, S. Marination to Improve Functional Properties and Safety of Poultry Meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p. 113-120, Marc. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/japr/16.1.113>>

AOAC. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. 20. ed. Washington, D.C., 2016.

BAIANO, A. Phenolic compounds and antioxidant activity of experimental and industrial table grape juices. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 9, p. e14655, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jfpp.14655>>

BALASUNDRAM, N; SUNDRAM, K; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>>

BAU, M. Ochratoxigenic species from Spanish winw grapes. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 98, n. 2, p. 125-130, Feb. 2005. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.015>>

BIASIA, L; DEIANA, M; GUINAA, T; GAMBIA, P; LEONARDUZZIA, G; POLIA, G. Wine consumption and intestinal redox homeostasis. *Redox Biology*, v. 2, 2014, p. 795-802, 2014. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.redox.2014.06.008>>

BRASIL. Ministério da Agricultura. Pecuária e Abastecimento. Gabinete do Ministro. Portaria nº 229, de 25 de outubro de 1988. Aprova as Normas de Identidade e Qualidade de Vinho. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 de outubro de 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 de mar. 1996.

BRASIL. Secretário de Defesa Agropecuária. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 31 de outubro de 2000. Regulamento técnico de produção, identidade e qualidade do leite de cabra. Diário Oficial da União, 08 nov. 2000.

BUTNARIU, M; BUTU, A; Qualitative and Quantitative Chemical Composition of Wine. Quality Control in the Beverage Industry: the Science of Beverages, v. 17, p. 385-417. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816681-9.00011-4>>

BURNS, P., PATRIGNANI, F., SERRAZANETTI, D., VINDEROLA, GC, REINHEIMER, JA, LANCIOTTI, R., & GUERZONI, ME. Probiotic Crescenza cheese containing *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus* manufactured with high-pressure homogenized milk. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 2, p. 500-512, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0516>

CABONIA, P; MURGIAA, A; PORCUA, A; MANIS, C; IBBAB, I; CONTUB, M; SCANOC, P. A metabolomics comparison between sheep's and goat's milk. *Food Research International*, v. 119, p. 869-875, maio de 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.071>>

CENACHI, D. B. Desenvolvimento de leite de cabra fermentado com prebiótico com baixo teor de lactose adicionado de β -ciclodextrina. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora (título de Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados), 2012.

CHAMPAGNE, C. P.; ROSS, R. P.; SAARELA, M.; HANSEN, K. F.; CHARALAMPOPOULOS, D. Recommendations of the viability assessment of probiotics as concentrated cultures and in food matrices. **International Journal of Food Microbiology**, v. 149, n. 3, p. 185–193, 2011.

COULON, J. B., DELACROIX-BUCHET, A., MARTIN, B., & PIRISI, A. Relationships between ruminant management and sensory characteristics of cheeses: a review. *Le Lait*, v. 84, n. 3, p. 221-241, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/lait:2004008>

COSME, F. PINTO, T; VILELA, A. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Grape Juices: A Chemical and Sensory View. **Beverages**, v. 4, p. 22, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/beverages4010022>>

CUEVA, C; GIL-SÁNCHEZ, I; ARRIBAS, M. V. M; BARTOLOMÉ, B. Interactions Between Wine Polyphenols and Gut Microbiota. *Wine Safety, Consumer Preference, and Human Health*, p. 259-278, 2017.

DUBEUF, J. Structural market and organizational conditions for developing goat dairy production systems. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 67-74, 2005.

FONTENELE, M. A.; BASTOS, M. S. R.; SANTOS, K.M. O.; BEMQUERER, M. P.; EGITO, A. S. Peptide profile of Coalho cheese: A contribution for Protected Designation of Origin (PDO). **Food Chemistry**, v. 219, p. 382-390, 2017.

HE, S.; YAN, X. From Resveratrol to Its Derivatives: New Sources of Natural Antioxidant. *Current Medicinal Chemistry*, v. 20, n. 8, p. 1005–1017, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.2174/092986713805288941>>

HEIM, E. K; TAGLIAFERRO A. R; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 13, p. 572-584, out. 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5)>

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed., 1ª ed. Digital, São Paulo, 2008. 1020p.

INNOCENTE, N; BIASUTTI, M; COMUZZO, P; Characterization of a traditional semi-hard Italian cheese produced by soaking in wine. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1452-1456, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.025>>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRÁFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agropecuário 2019: Resultados preliminares. 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2019_resultados_preliminares.pdf. Acesso em: 20 de junho de 2021.

FOX, P. F., GUINEE, T. P., COGAN, T. M., & MCSWEENEY, P. L. Overview of cheese manufacture. In: **Fundamentals of cheese science**. Springer, Boston, MA, 2017. p. 11-25. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9_3

GARGI, A., & SENGUN, I. Y. Marination liquids enriched with probiotics and their inactivation effects against food-borne pathogens inoculated on meat. **Meat Science**, v. 182, p. 108624, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108624>

BABIKOVA, J., HOECHE, U., BOYD, J., & NOCI, F. Nutritional, physical, microbiological, and sensory properties of marinated Irish sprat. **International Journal of Gastronomy and**

Food Science, v. 22, p. 100277, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100277>

KAUSHIK, Prachi; MALIK, Anushree. Fungal dye decolourization: recent advances and future potential. **Environment international**, v. 35, n. 1, p. 127-141, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.05.010>

KEKELIDZEA, I; EBELASHVILIA, N; JAPARIDZEA, M; CHANKVETADZEB, B; CHANKVETADZEB, L. Phenolic antioxidants in red dessert wine produced with innovative technology. **Annals of Agrarian Science**, v. 16, p. 34-38, Mar. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.12.005>>

KING, R. E., BOMSER, J. A., & MIN, D. B. Bioactivity of resveratrol. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 5, n. 3, p. 65-70, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00001.x>>

KOMATSU, T. R; BURITI, F. C. A; SAAD, S. M. I. Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, p. 329-347, 2008.

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S.; BENEVIDES, S. D. Fabricação de queijo caprino elaborado com culturas lácticas mesofílica e propiônica. 2017. 8 p. Embrapa Caprinos e Ovinos (Comunicado Técnico, 163), Prática e processo agropecuário. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1086770/1/cnpc2017COT163.pdf>>.

LATTANZIO V. Compostos fenólicos: Introdução. In: Ramawat K. **Rev. Springer Nature**, v.50, p.1543-1580,2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-22144-6_57>

LEGG, A. K., CARR, A. J., BENNETT, R. J., & JOHNSTON, K. A. General aspects of cheese technology. In: Cheese. Academic Press, p. 643-675, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4.00026-0>

LIMA, M. S; SILANI, I. S. V; TOA, I. M; CORRÊA, L. C; BIASOTO, A. C. T; PEREIRA, G. E; BORDIGNON-LUIZ, M. T; NINOW, J. L. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v.161, p. 94-103, out, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.109>>

LLANO, D. G.; GIL-SANCHEZ, I.; ESTEBAN-FERNANDEZ, A.; RAMOS, A. M.; FERNANDEZ-DIAZ, M.; CUEVA, C.; MORENO-ARRIBAS, M. V.; BARTOLOMÉ, B. Reciprocal beneficial effects between wine polyphenols and probiotics: an exploratory study. **European Food Research and Technology**, v. 243, n. 3, p. 531–538, 2017.

LOUZADA, M. L. C; MARTINS, A. P. B; CANELLA, D. S; BARALDI, L. G; LEVY, R. B; CLARO, R. M; MOUBARAC, J. C; MONTEIRO, G. A. Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2015049006132>>

MASSIMO, R; NZEKOUE, FK, CAPRIOLI, G., SAGRATINI, G., ALESI, A., VICI, G., & POLZONETTI, V. Study of the effect of marination treatment on garlic bioactive compounds through an innovative HPLC-DAD-MS method for alliin and curcuminoids analysis. **LWT**, v. 131, p. 109788, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109788>

MAHDAVI-ROSHAN, M., GHEIBI, S., & POURFARZAD, A. Efeito do extrato de própolis como conservante natural na qualidade e vida útil do peito de frango marinado (kebab de frango). **LWT**, v. 155, p. 112942, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112942>

MARCHIANI, R; BERTOLINO, M; BELVISO, S; GIORDANO, M; GHIRARDELLO, D; TORRI, L; PIOCHI, M; ZEPPA, G. Yogurt Enrichment with Grape Pomace: Effect of Grape Cultivar on Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties. **Journal of Food Quality**, v. 39, n. 2, p. 77–89, 2016.

MENG, J. F; XU, T. F; QIN, M. Y; ZHUANG, X. F; FANG, A. Y; ZHANG, Z. W. Phenolic characterization of young wines made from spine grape (*Vitis davidii* Foex) grown in Chongyi County (China). **Food Research International**, v. 49, p. 664-671, Dec, 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.09.013>>

MCSWEENEY, P. L. H; OTTOGALLI, G; FOX, P. F. Diversity of cheese varieties: An overview. **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology**, v. 2, p. 1-23, 2004. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80037-X](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80037-X)>

MORAES, M. M. B; FILHO, R. B. Mercado Brasileiro de Lácteos: análise do impacto de políticas de estímulo à produção. **Rev. Economia e Sociologia Rural**, v. 55, Dec., 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550410>>

MORENO, J., MPHACHOE, P., SÁEZ-TRAUTMANN, G., GUERRA-VALLE, M., SIMPSON, R., & NUÑEZ, H. Comparison of moderate electric field and conventional marination methods applied to chicken breast muscles. **Journal of Food Process Engineering**, v. 43, n. 9, p. e13455, 2020.

PASTOR, R. F; RESTANI, P; LORENZO, C. D; ORGIU, F; TEISSEGRE, P. L; STOCKLEY, C; RUF, J. C. Resveratrol, human health and winemaking perspectives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 59, p. 1237-1255, dez., 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1400517>>

PHAN, VA, YVEN, C., LAWRENCE, G., CHABANET, C., REPARET, JM, & SALLES. In vivo sodium release related to salty perception during eating model cheeses of different textures. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 9, p. 956-963, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2008.03.015>

PLAYNE, M. J; BENNETT, L. E; SMITHERS, G. W. SCHOLZ-AHRENS, Nutritional and health attributes of milk and milk imitations. **European journal of nutrition**, v. 59, n. 1, p. 19-34, 2020.

PARK, Y. W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, v. 68, p. 88-113, 2007. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>>

OLIVEIRA, S. F. Características e sustentabilidade de sistemas de produção de caprinos leiteiros no nordeste do Brasil. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia, 2020. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1123126>>

OH, W. Y.; SHAHIDI, F. Antioxidant activity of resveratrol ester derivatives in food and biological model systems. **Food Chemistry**, v. 261, p. 267–273, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.085>>

OZDAL, T., D. A.; SELA, J.; XIAO, BOYACIOGLU, D.; CHEN, F.; CAPANOGLU, E. The reciprocal interactions between polyphenols and gut microbiota and effects on bioaccessibility. **Journal Nutrients**, n.8, v.78, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/nu8020078>>

RANADHEERA, C. S; EVANS, C. A; BAINES, S. K; BALTHAZAR, C. F; CRUZ, A. G; ESMERINO, E A; FREITAS, M. Q; PIMENTEL, T. C; WITWER, A. E; NAUMOVSKI, N; GRAÇA, J. S; SANT'ANA, A. S; AJLOUNI, T. V. Probiotics in Goat Milk Products: Delivery Capacity and Ability to Improve Sensory Attributes. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 4, p. 867-882, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12447>>

RANVIR, S; AWASTI, N; NIKAM, P; SHARMA, N. Research-Based Biofunctional Aspects of Milk Protein-Derived Bioactive Peptides. **Dairy Processing: Advanced Research to Applications**, p. 133-159, april, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-981-15-2608-4_17>

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; MIN-YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A., & DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments**. 2. ed. England: John Wiley & Sons, v. 2, 2006.

ROEST K; FERRARI P; KNICKEL K; Specialisation and economies of scale or diversification and economies of scope Assessing different agricultural development pathways. **Journal of Rural Studies**, v. 59, p. 22-231, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.04.013>>

ROCKENBACHA, I, J; GONZAGA, L. V; RIZELIOA, V. M; SOUZA, A. E; GENOVESE, M. I; Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. **Food Research International**, v. 44, n. 4, p. 897–901, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.049>>

RODRIGUES, R., GUERRA, G., SOARES, J., SANTOS, K., ROLIM, F., ASSIS, P., & QUEIROGA, R. *Lactobacillus rhamnosus* EM1107 in goat milk matrix modulates intestinal inflammation involving NF- κ B p65 and SOCs-1 in an acid-induced colitis model. **Journal of**

Functional Foods, v. 50, p. 78-92, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.09.013>

ROLIM, F. R. L.; SANTOS, K. M. O.; BARCELOS, S. C.; EGITO, A. S.; RIBEIRO, T. S.; CONCEICAO, M. L.; MAGNANI, M.; OLIVEIRA, M. E. G.; QUEIROGA, R.C.E. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* EM1107 in simulated gastrointestinal conditions and its inhibitory effect against pathogenic bacteria in semi-hard goat cheese. **Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science and Technology**, v. 63, p. 807-813, 2015.

ROLIM, F. R. L., OLIVEIRA, C. J. B., DE FREITAS NETO, O. C., DOS SANTOS, K. M. O., GUERRA, G. C. B., RODRIGUES, R. V., ... & QUEIROGA, R. C. R. E. Microbiological, immunological, and histological changes in the gut of *Salmonella* Enteritidis-challenged rats fed goat cheese containing *Lactobacillus rhamnosus* EM1107. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 1, p. 179-197, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18820>

SAAD, Susana Marta Isay. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, p. 1-16, 2006.

SALLES, C; SOMMERER, N; SEPTIER, C; ISSANCHOU, S; CHABANET, C; GAREM, A; LE QUÉRE, J. Goat cheese flavor: Sensory evaluation of branched-chain fatty acids and small peptides. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2, p. 835-841, 2002. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10686.x> >

SANTOS, K. M. O.; BOMFIM, M. A. D.; VIEIRA, A.D.S.; BENEVIDES, S. D.; SAAD, S. M. I.; BURITI, F. C. A.; EGITO, A. S. Probiotic caprine Coalho cheese naturally enriched in conjugated linoleic acid as a vehicle for *Lactobacillus acidophilus* and beneficial fatty acids. **International Dairy Journal**, v. 24, p. 107-112, 2012.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKY, N. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZARI, M. M. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2017b.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.

SOUZA, E. L.; ALBUQUERQUE, T. M. R.; SANTOS, A. S.; MASSA, N. M. L. M.; ALVES, J. L. B. Potential interactions among phenolic compounds and probiotics for mutual boosting of their healthpromoting properties and food functionalities – A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 29, p. 1-15, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1425285> >

ŠPORIN, M; AVBELJ, M; KOVAČ, B; MOŽINA, S. S. Quality characteristics of wheat flour dough and bread containing grape pomace flour. **Food Science and Technology International**, v. 24, n. 3, p. 251–263, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1177/1082013217745398> >

SUCCI, M.; TREMONTE, P.; PANNELLA, G.; TIPALDI, L.; COZZOLINO, A.; COPPOLA, R.; SORRENTINO, E. Survival of commercial probiotic strains in dark chocolate with high

cocoa and phenols content during the storage and in a static in vitro digestion model. **Journal of Functional Foods**, v. 35, p.60–67, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.05.019>>

SWIEGERS, J. H; BARTOWSKY, E.J; HENSCHKE, P.A; PRETORIUS, I. S; Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. **Australian Journal of Grape and Wine Research** , v. 11, n. 2, p. 139-173, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00285.x>>

TERPOU, A., PAPADAKI, A., LAPPA, IK, KACHRIMANIDOU, V., BOSNEA, LA, & KOPSAHELIS, N. Probiotics in food systems: Significance and emerging strategies towards improved viability and delivery of enhanced beneficial value. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1591, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11071591>

TUFFI, C. L; GARCIA, C. E. R. Propriedades do resveratrol em pesquisas clínicas e na indústria alimentícia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 35067-35076, jun. 2020. Disponível Em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-156>>

VILLANO, C., LISANTI, M. T., GAMBUTI, A., VECCHIO, R., MOIO, L., FRUSCIANTE, L., FRUSCIANTE, L; AVERSANO, R; CARPUTO, D. Wine varietal authentication based on phenolics, volatiles and DNA markers: State of the art, perspectives and drawbacks. **Food Control**, v. 80, p. 1-10, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.04.020>>

XIONG, Y. L. Role of myofibrillar proteins in water-binding in brine-enhanced meats. *Food Research International*, v.38, p. 281-287, 2005.

XU, B. J.; CHANG, S. K. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 72, p.159-166, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00260.x>>

ZHU, F; DU, B; ZHENG, L; LI, J. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. **Food Chemistry**, v. 186, p. 207–212, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.057>>

ZIDIOTTI, G. R; EBERLE, M. E. L; SILVA, G. A. R; PITTARELLI, G. E. S; SILVA, T. T; TRUITE, C. V. R; BARÃO, C. E; MARCOLINO, V. A. Desenvolvimento de uma bala de gelatina adicionada de resveratrol como alternativa de combate ao colesterol infantil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 8585–8591, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n2-244>>

ZOECKLEIN, B., FUGELSANG, K. C., GUMP, B. H., & NURY, F. S. Wine analysis and production. **Springer Science & Business Media**, 1013.

WURZ, D. A; Wine and health: A review of its benefits to human health. *BIO Web of Conferences*, v. 12, n. 3, p. 4001, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/bioconf/20191204001>>

YADAV, A. K.; YADAV, S. K.; SINGH, J. Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: A review. **Asian Journal of Dairy and Food Research**, v. 35, n. 2, p. 96-102, 2016.

YAN, X.T.; LI, W.; SUN, Y.N.; YANG, S.Y.; LEE, S.H.; CHEN, J.B.; JANG, H.D.; KIM, Y.H. Identification and biological evaluation of flavonoids from the fruits of *Prunus mume*. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 24, n. 5, p. 1397-1402, 2014.

YUSOP, S. M; O'SULLIVAN, M. G. O; KERRY, J. P. Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products. *Processed Meats Improving Safety, Nutrition and Quality*, Woodhead Publishing Series em Food Science, **Technology and Nutrition**, p. 421-449, 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.1533/9780857092946.3.421> >

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

CAPÍTULO I

IMPACTO DA MARINAÇÃO EM VINHO TINTO SECO SOB OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E DE TEXTURA DO QUEIJO CAPRINO ADICIONADO DE CULTURA POTENCIALMENTE PROBIÓTICA

Impacto da marinação em vinho tinto seco sob os parâmetros físico-químicos e de textura do queijo caprino adicionado de cultura potencialmente probiótica

Resumo

Os queijos caprinos se destacam do ponto de vista nutricional, apresentando potencial, como matriz alimentar, sob a viabilidade de microrganismos probióticos. A cepa *Lacticaseibacillus* spp., possui potencial probiótico e devido a isso, estudos têm relatado a associação do seu consumo, quando a adicionada em queijo, à benefícios a saúde. Entretanto, culturas probióticas apresentam comportamento instável, em diferentes processamentos de alimentos. A marinação é um processo que envolve a imersão de alimentos por um determinado tempo e/ou temperatura, pré-estabelecidos, podendo alterar as características do produto. Por isto, neste estudo, objetivou-se avaliar o queijo caprino adicionado do *Lacticaseibacillus* spp., marinado em vinho tinto seco e caracterizar o produto desenvolvido quanto aos atributos físico-químicos, textura e viabilidade da cultura. O queijo caprino, adicionado da cultura *Lacticaseibacillus* spp. foi submetido ao processo de marinação, sob refrigeração, em vinho tinto seco, por 7 dias; outro queijo também foi processado, denominado como queijo controle, não foi submetido ao processo de marinação e foi apenas adicionado da cultura *Lacticaseibacillus* spp. Ambos os tratamentos foram submetidos ao armazenamento, sob refrigeração, durante 28 dias. Análises físico-químicas, microbiológicas e perfil de textura foram realizadas nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias. A cultura apresentou estabilidade no queijo caprino, quando submetido ao processo de marinação em vinho tinto seco. O queijo QM apresentou redução do percentual da umidade, baixo pH e elevada acidez quando comparado ao queijo QC. Elevadas concentrações de minerais foram encontradas no queijo QM, entretanto, encontram-se dentro dos limites de ingestão diária, estabelecido pelo Ministério da Saúde. A tecnologia do processo de marinação em vinho tinto seco, torna-se viável para queijo caprino adicionado da cepa potencialmente probiótica *Lacticaseibacillus* spp.

Palavras chaves: *Lacticaseibacillus* spp, armazenamento, refrigeração

1. INTRODUÇÃO

A sociedade tem buscado cada vez mais alimentos saudáveis, seguros e com alto valor nutricional. Os queijos fabricados, com leite de cabra, atendem a esses requisitos e por isso a transformação desse leite em várias regiões do mundo vem aumentando. Do ponto de vista da importância nutricional, o leite de cabra se enquadra como alimento funcional, devido aos seus componentes bioativos. Além de possuir boa digestibilidade e baixo potencial alergênico, leva ao consumidor benefícios para a saúde. Os produtos lácteos caprinos atuam também na proteção intestinal e preservação da microbiota saudável do organismo (DE SOUZA et al., 2021)

O queijo de cabra é uma matriz alimentar que apresenta potencial de desenvolvimento como alimento funcional, uma vez que é fonte de macro e micronutrientes e peptídeos bioativos altamente benéficos para a saúde (SANTOS, 2018). Pesquisadores relatam que produtos lácteos (por exemplo, iogurte, bebidas e queijos) são veículos adequados de probióticos que proporcionam benefícios à saúde do consumidor (KOMATSU et al., 2008).

Os queijos são particularmente interessantes nesse sentido devido à sua consistência sólida e alta capacidade de tampão, que ajudam a manter a viabilidade dos probióticos não apenas ao longo da vida útil do produto, mas também durante sua passagem pelo trato gastrointestinal após o consumo. Estudos têm relatado a eficiência destes queijos como um veículo para bactérias ácido-lácticas potencialmente probióticas dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, dentre elas o *Lacticaseibacillus* spp. (RODRIGUEZ et al., 2018).

Rolim et al. (2015), observaram em um estudo realizado com queijo Coalho caprino, armazenado sob refrigeração que a cepa *Lacticaseibacillus* spp. adicionada poderia ser usada como uma cultura protetora para retardar o crescimento de bactérias patogênicas, particularmente *S. aureus* e *L. monocytogenes*. Além disso, Rodrigues et al. (2018) sugerem que o *Lacticaseibacillus* spp. sozinho ou adicionado ao queijo de cabra exerce um efeito preventivo contra danos induzidos por ácido acético, indicando potencial probiótico.

As culturas probióticas podem apresentar comportamento instável em diferentes condições de processamento de alimentos. O fator mais importante que limita a produção de queijo probiótico é a incapacidade dos microrganismos de manter a estabilidade, ou seja, a viabilidade no final do processo. O processamento de alimentos pode causar diferentes tipos de danos em bactérias benéficas, que finalmente levam a uma diminuição da viabilidade (CASSINI et al., 2020).

A marinação é um processo tecnológico feito por imersão do produto na salmoura, quando os ingredientes penetram gradativamente por difusão, sem aplicação de força externa. O uso de vinhos no processo de marinação é uma forma de melhorar as propriedades sensoriais (textura, sabor e cor) e conceder diferentes características físico-químicas ao alimento (YOSOP, 2011).

Portanto, os objetivos deste estudo foram avaliar o queijo caprino portador do microrganismo probiótico *Lacticaseibacillus* spp. marinado em vinho tinto seco e caracterizar o produto desenvolvido quanto aos parâmetros físico-químicos, textura e viabilidade da cultura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. FABRICAÇÃO DO QUEIJO

O processo de fabricação do queijo seguiu a metodologia adotada por Laguna et al., (2017) com algumas modificações. O leite de cabra foi aquecido a 90 °C durante 15 minutos e resfriado até temperatura de 37 °C. A cultura probiótica *Lacticaseibacillus* spp, foi incorporada ao leite de caprino, na concentração de 2 % (v/v).

O leite permaneceu fermentando por 30 minutos, em seguida foi adicionado cloreto de cálcio (200 ppm/100 L de leite) de grau alimentar e a enzima quimosina como coagulante líquido (poder coagulante 1:3000, Coalho HA-LA® líquido, Chrintian Hansen Industria e Comércio Ltda), o leite foi mantido em repouso durante 40 minutos até formação da coalhada. A coalhada foi cortada em cubos e deu-se início a mexedora lenta, durante 15 minutos seguido da dessoragem parcial. O soro coletado, foi aquecido a 80 °C e adicionado novamente à massa até o cozimento, atingindo temperatura entre 40 e 55 °C, o soro então foi totalmente drenado. Em seguida o sal (2 %) foi adicionado, a massa homogeneizada e adicionada em formas de 250 g, com dessoradores para queijo. O queijo foi prensado por 24 horas a temperatura ambiente, em seguida seco em refrigerador sob temperatura de refrigeração, durante 24 horas, um queijo controle (QC) foi embalado a vácuo e submetido às mesmas condições de tempo e temperatura de armazenamento do queijo marinado.

A marinação foi realizada por imersão total dos queijos em vinho tinto seco (Galiotto®, Vinícola Galiotto, Flores da Cunha, Rio Grande do Sul, BR), permanecendo em infusão por um período de sete dias, sob condições de refrigeração. Nas primeiras 12 horas de marinação, o queijo foi virado e em seguida as viragens foram realizadas a cada 24 horas com o objetivo de

obter um produto final uniforme. Após o processo de marinação, os queijos foram retirados do vinho e por um período de 24 horas, permaneceram secando (12 °C) em temperatura de refrigeração e em seguida embalados a vácuo e armazenados a 4-10 °C, estes queijos foram denominados como queijo marinado (QM).

2.2. AMOSTRAGEM

Antecedendo as análises, uma peça de cada tratamento, controle (QC) e marinado (QM), foi cortada, triturada e homogeneizada em condições assépticas, para a contagem de microrganismos e análises físico-químicas. Para a determinação do perfil de textura, foi realizada a amostragem a partir do queijo inteiro.

As análises microbiológicas, físico-químicas e o perfil de textura foram realizadas no dia seguinte ao processamento (dia 1) e aos 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento sob temperatura de refrigeração (4 °C ± 2 °C) e em triplicata.

2.3. ANÁLISE DOS QUEIJOS

2.3.1. Viabilidade do *Lacticaseibacillus* spp.

A estabilidade do microrganismo probiótico em matriz de queijo caprino marinado, foi estimada na condição refrigerada pelo método *spread plate*, nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento sob refrigeração.

A contagem probiótica foi determinada usando um processo de contagem de células viáveis fornecido por Silva et al. (2017). Cerca de 25 g da amostra de queijo foram assepticamente misturadas em 225 mL de solução salina (0,85% NaCl) e a mistura foi diluída em série (10^{-1} – 10^{-8}). A estimativa do microrganismo probiótico foi feita em meio MRS, onde as placas foram incubadas em jarra de anaerobiose a 37 °C por 48 h. O resultado foi expresso como log das unidades formadoras de colônias (UFC) por grama de queijo.

2.3.2. Parâmetros microbiológicos sanitários

A pesquisa de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Salmonella* sp., contagem de *Staphylococcus aureus*, psicrotróficos, aeróbios mesófilos e bolores e leveduras, foi realizado de acordo com Silva et al. (2017).

2.3.3. Análises físico-químicas

A influência da marinação e armazenamento refrigerado no período de 1, 7, 14, 21 e 28 dias, foi avaliada por meio das análises de acidez (em ácido láctico), umidade, gordura, cinzas, teores de proteólise através do índice de proteólise em extensão ((Nitrogênio Solúvel (NS) a pH 4,6)/ %NT (nitrogênio total)*100) e índice de proteólise em profundidade (NS em TCA 12%)/ %NT*100) utilizando o método de Kjeldahl, seguindo metodologias da AOAC (2016); pH pelo método potenciométrico (Digimed DM20, Digicron Aica Ltd, Santo Amaro, SP, Brasil) e atividade de água (aw) com o auxílio do AQUA LAB (Decagon Devices Inc.®, Washington, USA). As determinações dos A determinação de potássio, magnésio e sódio, cobre, ferro, zinco, manganês e cálcio foi realizada de acordo com o método descrito por Ozbek e Akman (2016), utilizando um espectrômetro de emissão atômica por plasma induzido por micro-ondas com método de operação pré-determinado (MP-AES 420, Agilent).

2.3.4. Cor

Durante o armazenamento, nos tempos 0, 7, 14, 21 e 28 dias, as amostras foram analisadas quanto a colorimetria, através de leitura direta em colorímetro com escala de cor CIELAB, iluminante D65 e ângulo de observação de 10° (Hunter Lab®, modelo Colorquest XE). Os parâmetros colorimétricos avaliados foram: L* - luminosidade; a* - coloração na região do vermelho (+a) ao verde (-a); b* - coloração no intervalo do amarelo (+b) ao azul (-b); croma ou saturação da cor (C*) e o ângulo de tonalidade (h°).

2.3.5. Perfil de textura instrumental

As amostras de queijos armazenados sob refrigeração, com 1, 7, 14, 21 e 28 dias, foram analisadas quanto ao perfil de textura usando o Analisador de Textura Brookfield CT V1.3

Build 15, equipado com uma sonda cilíndrica de 20 mm e uma célula de carga de 50 kg. Para ambos os tratamentos as amostras foram cortadas em cilindros de 1.5 cm, retirada a casca e mantidas a temperatura ambiente para a análise. Todas as análises foram conduzidas em triplicata para QC e QM.

A velocidade do teste e de retorno foi de 0,5 mm/ s. Foram coletados e analisados 4 cilindros por peça de queijo de cada tratamento. Os parâmetros medidos foram dureza (N), mastigabilidade (N), elasticidade e coesividade. Os parâmetros foram calculados a partir da curva força-tempo, assim obtidos para cada amostra plotando a força no eixo Y e tempo no eixo X do gráfico (GIRI et al., 2014).

2.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

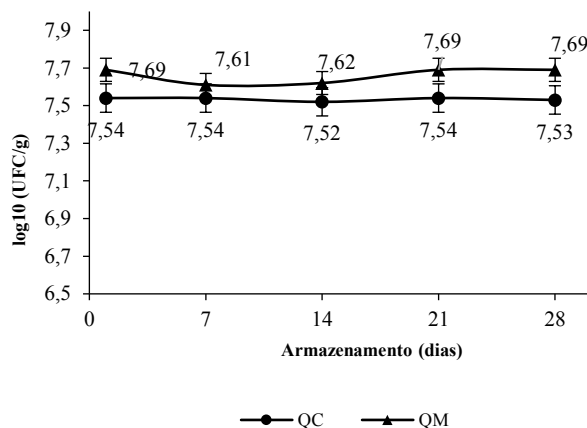
Os dados obtidos foram analisados em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Nos resultados referentes ao armazenamento dos queijos foi aplicado esquema fatorial 5×2 , sendo 5 tempos de armazenamento e 2 tipos de queijos, considerando 2 lotes. Os dados foram tratados com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016), através da Análise de Variância (ANOVA), comparando-se as médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. VIABILIDADE DA CULTURA *Lacticaseibacillus* spp. DURANTE O PERÍODO DE ARMAZENAMENTO DOS QUEIJOS.

Em relação a viabilidade do *Lacticaseibacillus* spp., não houve interação ($p < 0,05$) entre o processo de marinação em vinho tinto seco e o tempo de armazenamento sob refrigeração (Figura 1).

Figura 1 - Curva de sobrevivência da população de *Lacticaseibacillus* spp. nos queijos QC e QM durante 28 dias de armazenamento sob refrigeração.



Ao longo do armazenamento refrigerado, a população do *Lacticaseibacillus* spp, permaneceu estável em ambos os queijos, decrescendo apenas 0,02 e 0,01 (QM e QC) ciclos logaritmos, considerados iguais estatisticamente ($p < 0,05$). O queijo QM, submetido ao processo de marinação em vinho tinto apresentou no tempo 1, contagem de 7,69 log UFC/g, e o queijo QC, 7,54 log UFC/g, nenhuma mudança significativa ($p < 0,05$) na contagem de células foi observada em relação ao processo de marinação em vinho tinto, submetido ao queijo de cabra adicionado da cepa *Lacticaseibacillus* spp. e armazenado sob refrigeração, durante 28 dias. O comportamento foi semelhante ao encontrado por Rolim et al. (2015) em queijo Coalho caprino adicionado de *Lacticaseibacillus* spp., armazenado sob refrigeração durante 21 dias.

Os resultados obtidos estão em consonância com os padrões internacionais para produtos probióticos, uma vez que esses alimentos devem possuir uma contagem mínima do microrganismo probiótico no produto pronto $> 10^6$ UFC (Unidades Formadoras de Colônias) por porção (OLIVERIA et al., 2018). Os autores mencionam que entre 10^6 e 10^8 UFC/g de células viáveis do probiótico devem alcançar o cólon intestinal para que o alimento exerça efeito terapêutico.

Segundo Garcia et al., (2011), não existe um consenso da quantidade mínima do probiótico a ser ingerida para comprovar sua funcionalidade. Já no Brasil é recomendado pela legislação quantidade mínima de 8,0 a 9,0 log de UFC na porção diária do alimento pronto para consumo, no caso dos queijos, é de 30 g, sendo obrigatória a comprovação da eficácia através de laudo de análise da quantidade mínima viável do microrganismo até o prazo final de validade e teste de resistência da cultura utilizada à acidez gástrica e aos sais biliares (BRASIL, 2008).

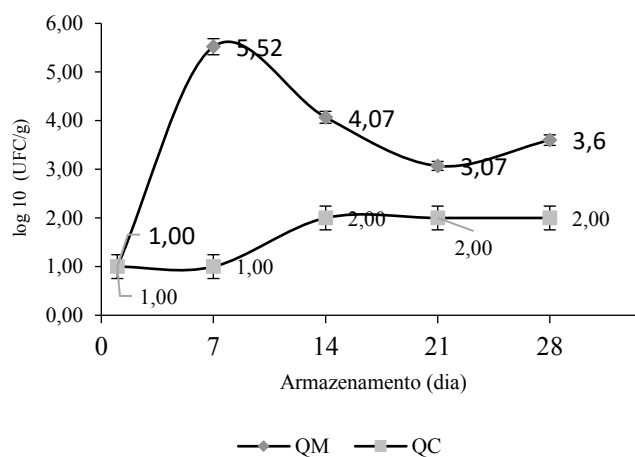
Desta forma, com base na literatura consultada, o queijo caprino, marinado em vinho tinto seco pode ser considerado veículo promissor de bactérias probióticas, uma vez que quando adicionada da cepa *Lacticaseibacillus* spp., manteve a estabilidade do microrganismo, até 28 dias de armazenamento refrigerado, com população viável acima de 7,0 log UFC por grama do produto. Entretanto, não atente atende a legislação brasileira quanto a contagem mínima (8,0 a 9,0 log de UFC por porção) de probióticos (BRASIL, 2008).

3.2. QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA

A legislação brasileira não estabelece padrão microbiológico para queijo classificado com alta umidade ($46 < \text{umidade} < 55$) para psicrotróficos, aeróbios mesófilos, e bolores e leveduras (BRASIL, 1996), mas estabelece ausência de *Salmonella* sp. na porção de 25 g de queijo, como também limite máximo de 1×10^4 para coliformes totais, 5×10^3 para coliformes termotolerantes e 1×10^3 para *Staphylococcus aureus* (BRASIL, 1996). Os queijos estão de acordo com os padrões microbiológicos preconizados pela legislação vigente, Brasil (1996), apresentando ausência de contaminação ($< 1 \text{ Log UFC/g}$).

A Figura 2, apresenta o resultado em Log da contagem dos bolores e leveduras nos queijos (QC e QM) analisados.

Figura 2 - Curva de crescimento de bolores e leveduras nos queijos QC e QM durante 28 dias de armazenamento sob refrigeração.



Fonte: Autor, 2022.

O queijo QM apresentou contagens de bolores e leveduras, que variaram entre 1 e 3,6 log UFC/g durante o período de armazenamento, diferindo estatisticamente ($p > 0,05$) do queijo QC, diversos fatores podem ter influenciado o crescimento e declínio deste microrganismo, dentre eles o vinho; bebida utilizada no processo de marinação do queijo, que por sua vez apresenta em sua microbiota uma vasta gama de espécies de leveduras que contribuem na qualidade do produto final (MALFEITO-FERREIRA, 2008); percentual elevado da umidade, durante o período de marinação, favorecendo o crescimento de bolores e leveduras.

A presença de bolores e leveduras em queijos são, na maioria dos casos, indesejáveis. Sabe-se que estes microrganismos possuem capacidade de adaptação sob condições extremamente variáveis como umidade e temperatura, possuindo uma faixa de intervalo ótimos entre 25 °C a 30 °C, mas muitas espécies se desenvolvem em temperatura de refrigeração, outros fatores que podem interferir, são o pH (capazes de se desenvolver em alimentos com faixa entre 2,0 e 8,5, embora a faixa ótima se situe entre 4,5 a 5,0), taxa de oxigenação, período de armazenamento, grau de contaminação, entre outros.

3.3. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO QUEIJO

A composição química dos queijos durante o período de armazenamento refrigerado está apresentada na Tabela 1. Os resultados revelaram que a umidade em ambos os tratamentos, sofreu uma redução significativa durante o período de armazenamento refrigerado. O queijo QM variou entre 45,39 e 51,90 %, o classificando com 28 dias de armazenamento, como queijo de média umidade. Após 28 dias, a umidade do queijo QM foi significativamente menor que o queijo QC ($p < 0,05$).

A redução da umidade durante o armazenamento é associada a evaporação da água livre (CHEN et al., 2018), que pode ser confirmada com a liberação de gotículas, observada na embalagem a vácuo dos tratamentos. Segundo Verruck et al. (2019) isto se deve devido a maior capacidade de retenção de água, consequência do processo de proteólise durante a armazenamento dos queijos.

O queijo com alto teor de água apresenta maior quantidade de água livre para ser utilizada por bactérias, sejam elas benéficas (*starter*) ou contaminantes ambientais. Queijos com alto teor de água não são favoráveis porque a água enfraquece a estrutura do tecido de caseína, portanto, o queijo produzido é menos sólido (RAYNAL, 2008; PARK, 2007).

Tabela 1 - Propriedades físico-químicas de queijo caprino adicionado *Lacticaseibacillus* spp., e marinado em vinho tinto seco.

Dias	Amostra	Umidade (%)	EST (%)	Cinzas*(%)	Gordura* (%)	Proteína total (%)	Aw*
1	QC	52,28 ^{AA} ± 0,56	47,72 ^{CA} ± 0,56	3,62 ± 0,07	17,10 ± 0,35	16,76 ^{CA} ± 0,05	0,978 ± 0,001
	QM	51,90 ^{AA} ± 0,39	49,71 ^{BB} ± 0,55	3,79 ± 0,09	17,13 ± 0,13	17,05 ^{CA} ± 0,05	0,994 ± 0,006
7	QC	50,29 ^{BA} ± 0,55	51,46 ^{AB} ± 0,24	3,73 ± 0,08	17,47 ± 0,43	17,10 ^{BB} ± 0,03	0,976 ± 0,002
	QM	48,08 ^{BB} ± 0,32	52,00 ^{AB} ± 0,86	3,81 ± 0,09	17,96 ± 0,73	18,13 ^{BA} ± 0,01	0,998 ± 0,004
14	QC	48,54 ^{CA} ± 0,24	52,14 ^{AB} ± 0,20	3,81 ± 0,10	18,35 ± 0,52	17,48 ^{AB} ± 0,03	0,974 ± 0,002
	QM	47,59 ^{BB} ± 0,81	47,72 ^{CA} ± 0,56	3,84 ± 0,02	18,42 ± 0,43	18,13 ^{BA} ± 0,05	0,987 ± 0,003
21	QC	48,00 ^{CA} ± 0,86	49,71 ^{BB} ± 0,55	3,83 ± 0,01	18,42 ± 0,10	17,50 ^{AB} ± 0,04	0,974 ± 0,002
	QM	47,08 ^{BB} ± 0,56	51,46 ^{AB} ± 0,24	3,85 ± 0,03	18,82 ± 0,28	18,89 ^{AA} ± 0,05	0,987 ± 0,001
28	QC	47,86 ^{CA} ± 0,20	52,00 ^{AB} ± 0,86	3,89 ± 0,12	18,62 ± 0,37	17,64 ^{AB} ± 0,05	0,972 ± 0,003
	QM	45,39 ^{CB} ± 0,18	52,14 ^{AB} ± 0,20	3,92 ± 0,10	19,13 ± 0,13	18,89 ^{AA} ± 0,05	0,986 ± 0,001

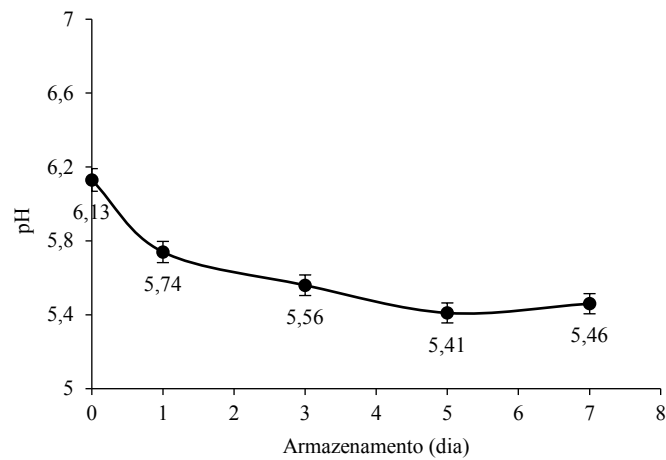
*Não foi aplicado o teste de comparação de médias porque o F de interação não foi significativo. Média ± desvio-padrão. Letras maiúsculas (tratamento) diferentes na mesma linha ou minúsculas (tempo de armazenamento) diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si (p<0,05). QC = queijo controle; QM = queijo marinado.

Os valores de proteína total (TN) das amostras de queijo não foram significativamente afetados pela marinação em vinho tinto seco, entretanto foram pelo período de armazenamento refrigerado (p<0,05). Os valores de TN (%) diminuíram significativamente em todas as amostras de queijo durante o armazenamento (Tabela 1).

O aumento da porcentagem de cinzas, gordura e proteína da amostra QM, durante processo de armazenamento, pode ser explicado pela maior diminuição da umidade durante o processo quando comparado com o queijo QC. De acordo com Mukhiddinov et. al. (2021) o teor de água do queijo diminui durante o período de armazenamento devido ao processo de sinérese dentro do queijo.

O processo de marinação em vinho tinto alterou de forma significativa (p<0,05) o pH do queijo QM. O acompanhamento do pH do queijo, durante o processo de marinação (Figura 3), demonstrou que o vinho, bebida considerada ácida (pH 3,42), modificou de forma significativa o pH inicial (1 dia de armazenamento) do queijo QM. De acordo com Terpou et. al. (2019), o pH e acidez possuem um papel importante na qualidade sensorial do produto, além disso pode comprometer a sobrevivência das bactérias probióticas adicionadas.

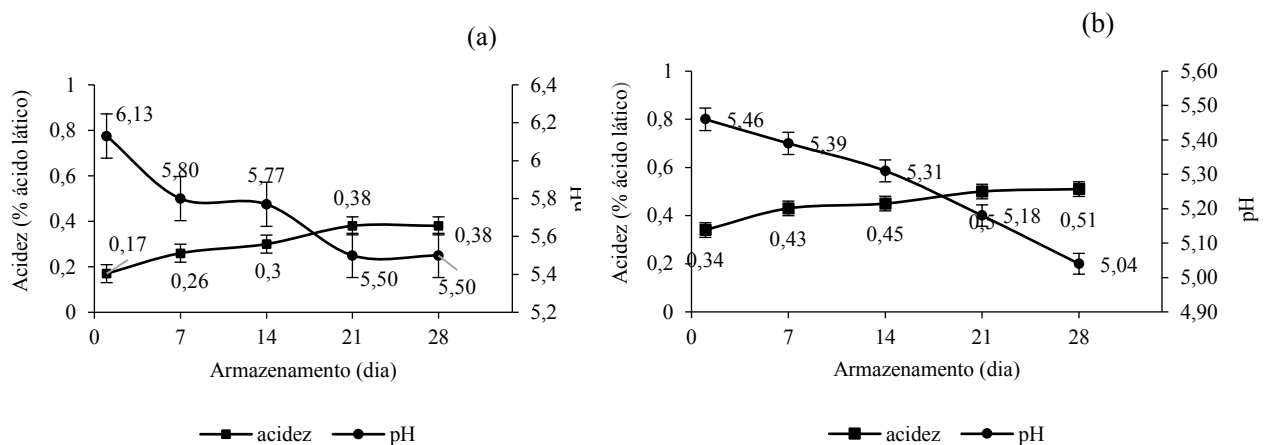
Figura 3 - Comportamento do pH durante o período de marinação do queijo caprino.



Fonte: Autor, 2022.

Os valores de pH e acidez (em ácido láctico), ao longo do período de armazenamento encontram-se a Figura 4. Pode ser observado a tendência da redução gradual do pH dos queijos e, como esperado o aumento da acidez.

Figura 4 - Comportamento do pH e acidez durante o período de armazenamento dos queijos QC (a) e QM (b) sob refrigeração.



Fonte: autor, 2022.

De acordo com Pereira et al. (2020), embora os teores de gordura e de proteína dos queijos, o baixo potencial de óxido-redução, favorecer a manutenção da viabilidade de microrganismos probióticos, queijos que apresentam pH baixo ($\text{pH} < 4,5$) são considerados matriz alimentar que possuem fator de risco para sobrevivência de probióticos. Apesar de não ter sido observado este fator, o pH de ambos os queijos (QM e QC) durante a armazenamento sofreu decréscimo, o queijo QM se destacou com pH considerado base (5,46) no início (1 dia) e tendendo a ácido (5,04) no final (28 dias) do processo de armazenamento.

O conteúdo mineral encontrado nas amostras de queijo QC e QM, estão descritas na Tabela 2. O teor de Cálcio (Ca) foi encontrado em grandes quantidades. A quantidade atende as necessidades indicadas ($\geq 800 \text{ mg}/100 \text{ g}$) pelo Ministério da Saúde do Brasil, que sugere o consumo diário de três porções de leite e/ou derivados (BRASIL, 2014). O cálcio, está presente em maior quantidade ($p < 0,05$) no queijo QM (952,01 mg/100 g) quando comparado com o queijo QC (921,17 mg/100 g). Este mineral possui efeitos benéficos no combate à hipertensão, osteoporose e problemas dentários, além disso, é importante destacar que, juntamente com o cálcio, outros elementos, tais como peptídeos bioativos são atribuídos à possíveis propriedades anticancerígenas aos queijos (WALTER et al., 2008).

O queijo QM apresentou maiores ($p < 0,05$) concentrações de potássio (K), com 257,01 mg/100 g, e magnésio (Mg) com 197,92 mg/100 g, podendo ser considerado fonte deste mineral, pois a recomendação diária (IDR) de magnésio é de 260 mg por dia, segundo o Institute of Medicine (2000).

O valor encontrado para sódio (Na) no queijo QM (129,02 mg/ 100g) é considerado menor ($p < 0,05$) que o encontrado no queijo QC (253,12 mg/ 100g). Segundo Sales et al., (2004) o cloreto de cálcio promove a expulsão do soro do queijo e auxilia na formação de casca na superfície, característica que foi observada no queijo QM. A autoridade sanitária recomenda que o consumo de sódio não deva exceder 2000 mg por dia, o que corresponde a 2 g de consumo de sal segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2011). O teor de sódio em ambos os queijos (QC e QM), apesar da diferença estatística, estão dentro do consumo recomendado pela OMS (2011).

O vinho, bebida utilizada no processo de marinação, apresenta elementos minerais em concentrações que variam de 1,5 a 3 g L⁻¹. Os compostos minerais majoritários, são encontrados em concentrações de 10 mg L⁻¹ até 1g L⁻¹, e incluem sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg) e cálcio (Ca). Na marinação por imersão, as substâncias do meio (vinho tinto) mais concentrado

migram para o menos concentrado (queijo) o que justifica as concentrações do conteúdo mineral encontradas no queijo (QM).

Tabela 2 – Conteúdo mineral de queijo caprino adicionado *Lacticaseibacillus* spp., e marinado em vinho tinto seco.

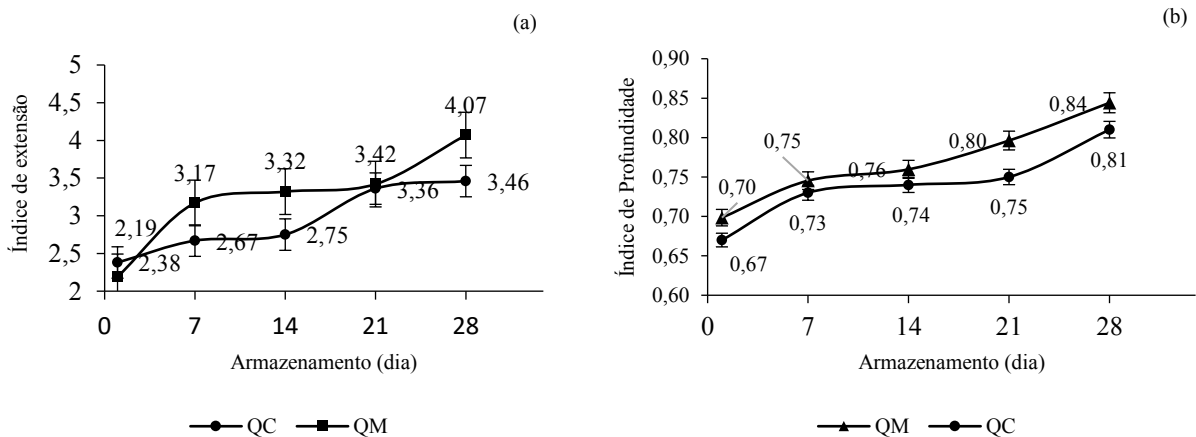
Queijo	Minerais Majoritários (mg/100 g)					Minerais Traços (mg/100 g)		
	Ca	K	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn
QC	921,17 ^a ± 0,05	252,17 ^a ± 0,10	187,12 ^a ± 0,08	253,12 ^a ± 0,01	7,03 ^a ± 0,04	0,15 ^a ± 0,11	0,62 ^a ± 0,03	0,03 ^a ± 0,01
QM	952,01 ^b ± 0,03	257,01 ^b ± 0,04	197,92 ^b ± 0,06	129,02 ^b ± 0,01	7,05 ^a ± 0,06	0,16 ^a ± 0,08	0,64 ^b ± 0,05	0,02 ^a ± 0,01

Média ± desvio-padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si (p<0,05). QC = queijo controle; QM = queijo marinado.

A proteólise é um evento bioquímico que ocorre durante a armazenagem de queijos, influenciando principalmente o desenvolvimento de atributos sensoriais e aspectos físicos do produto lácteo.

Na Figura 5 pode ser observado o avanço da proteólise em extensão (a) e profundidade (b) ao longo dos 28 dias de armazenagem sob refrigeração.

Figura 5 – Influência no índice de profundidade (a) e índice de extensão (b) do queijo caprino adicionado *Lacticaseibacillus* spp., e marinado em vinho tinto seco.



Observa-se na Figura 5, um aumento significativo da proteólise em extensão ao longo dos 28 dias de armazenamento refrigerado, independente do processo de marinação.

A extensão do índice de proteólise (NNC) deve-se, principalmente, à ação proteolítica do coalho sobre as caseínas do queijo produzindo peptídeos de alto peso molecular, constituindo a fração solúvel em pH 4,6. Maiores valores médios ($p < 0,05$), para a extensão do índice de proteólise, quando comparado com o queijo QC, foram encontrados no queijo QM após 7 dias de armazenamento (3,17 %) sob refrigeração, atingindo seu valor máximo com 28 dias (4,07 %). O processo de marinação em vinho tinto seco, combinado com o *Lacticaseibacillus* spp. e armazenamento sob refrigeração, contribuiu para acelerar o processo da hidrólise da caseína, proporcionando alterações físicas, e químicas no queijo (MILORADOVIC et al., 2018).

O índice de profundidade da proteólise se refere principalmente à ação de proteinases e peptidases provindas de bactérias ácido lácticas, produzindo peptídeos de baixo peso molecular e que constituem a fração solúvel em ácido tricloroacético a 12% (DIAS et al., 2019). Os valores médios da profundidade do índice de proteólise não apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre os queijos (QC e QM). A combinação do processo de marinação em vinho tinto seco e o *Lacticaseibacillus* spp. no queijo QM, não exerceu influência na profundidade do índice de proteólise.

3.4. COR

A cor dos queijos normalmente é um parâmetro, relacionado à preferência do consumidor, portanto indicativo de qualidade, é definido pelas variáveis L, a*, b*, onde L indica a luminosidade variando em uma escala de 0 a 100, a coordenada a* refere-se a cor variando de verde(-)/vermelho(+), enquanto a coordenada b* a cor variando de azul(-) /amarelo(+). (ANDRADE ET AL., 2007; WADHWANI & MCMAHON, 2012).

Os resultados do acompanhamento da cor durante o período de armazenamento dos queijos QC e QM, sob refrigeração, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Comportamento do parâmetro de cor da casca, durante o período de armazenamento dos queijos QC e QM, sob refrigeração.

Armazenamento (d)	Amostra	L*	A	B
1	QC	86,15 ^{bA} ± 0,75	-3,38 ^{bB} ± 0,01	9,33 ± 0,49
	QM	22,60 ^{aB} ± 0,38	9,40 ^{aA} ± 0,26	-1,34 ± 0,18

7	QC	85,49 ^{aA} ± 0,84	-3,11 ^{aB} ± 0,03	10,98 ± 0,21
	QM	22,03 ^{bB} ± 0,44	8,50 ^{bA} ± 0,25	-0,96 ± 0,19
14	QC	85,24 ^{aA} ± 0,81	-3,03 ^{aB} ± 0,02	11,33 ± 0,87
	QM	21,43 ^{cB} ± 0,53	8,02 ^{cA} ± 0,12	-0,93 ± 0,31
21	QC	84,23 ^{cA} ± 0,76	-2,65 ^{aB} ± 0,04	11,20 ± 0,75
	QM	21,09 ^{cB} ± 0,07	7,88 ^{cA} ± 0,29	-0,95 ± 0,06
28	QC	82,88 ^{dA} ± 0,58	-1,69 ^{cB} ± 0,03	11,83 ± 0,96
	QM	20,75 ^{cB} ± 0,78	7,40 ^{dA} ± 0,23	-0,87 ± 0,04

Letras maiúsculas (tratamentos) diferentes na mesma linha ou minúsculas (tempo de armazenamento) diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ($p < 0,05$). QC = queijo controle; QM = queijo marinado.

Analisando o efeito do tempo de armazenamento sob refrigeração sobre a coordenada a^* , observou-se que o queijo QC apresentou tendência significativa para a coloração verde, em média de $-3,11 \pm 0,03$, entretanto aos 28 dias de armazenamento constatou-se uma redução para $-1,69 \pm 0,0$. O queijo QM indicou tendência significativa para coloração vermelha, apresentando média $8,50 \pm 0,23$ aos 7 dias de armazenamento. O vinho utilizado no processo de marinação possui coloração vermelha, o que justifica a cor do queijo QM. No decorrer do tempo foi verificada uma redução significativa ($p < 0,05$) para $7,40 \pm 0,23$. Segundo Roncanti, (2016) alterações químicas ocorridas durante a armazenamento, podem ser atribuídas a este comportamento, tendo em vista que o queijo é um produto biológico e bioquimicamente ativo.

O período de armazenamento dos queijos afetou o parâmetro de cor b^* , onde os valores encontrados no período para o queijo QC foram de $9,33 \pm 0,49$ aos 7 dias, ocorrendo aumento significativo ($p < 0,05$) para $11,83 \pm 0,96$ aos 28 dias, indicando a predominância para a coloração amarela. O processo de marinação afetou significativamente a coordenada b^* ($p < 0,05$), com o queijo QM indicando tendência para cor azul com média inicial de $-1,34 \pm 0,18$, aumentando no decorrer dos dias de armazenamento ($-0,87 \pm 0,04$).

O queijo QM apresentou menores valores para o L, além disso foi possível observar a redução da luminosidade ao longo dos 28 dias de armazenamento sob refrigeração nos dois queijos (QC e QM) analisados, constatando-se que o queijo QM apresentou maior tendência significativa para coloração escura ($20,75 \pm 0,78$) quando comparado ao queijo QC ($82,88 \pm 0,58$) em 28 dias de armazenamento sob refrigeração. A redução da luminosidade verificada pode ser atribuída ao processo de marinação em vinho tinto, além das mudanças que ocorrem durante o armazenamento sob refrigeração.

Segundo Garcia & Penna (2010), a mudança na opacidade de queijos pode estar relacionada ao grau de agregação interna da matriz proteica do queijo, sendo que quanto mais hidratada a matriz, menor o número de centros que permitem que a luz se espalhe.

3.5. PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL

Os resultados do perfil de textura instrumental dos queijos, estão apresentados na Tabela 4. Os queijos QC e QM apresentaram valores de dureza compreendidos entre 119,54 N a 137,02 N no dia 1 de armazenamento refrigerado. Segundo Fox et. al. (2017) a dureza é o valor referente à força necessária para comprimir o alimento entre os dentes molares, desta forma, quanto maior o valor mais firme será o queijo, por sua vez, baixos valores de dureza referem-se a queijos mais macios.

No dia 1 de armazenamento refrigerado, foi observado que o queijo QM apresentou maior dureza que pode estar correlacionada com a menor umidade, o que pode ser atribuído ao processo de marinação em vinho tinto. A dureza das amostras de queijo (QC e QM) mostraram uma tendência geral de crescimento com o aumento do armazenamento refrigerado.

Tabela 4 - Perfil de textura instrumental (TPA) durante o armazenamento refrigerado dos queijos caprino controle e marinado em vinho tinto.

Parâmetros	Armazenamento (dias)	Queijos	
		QC	QM
Dureza (N.m)	1	119,54 ^{eB} ± 0,040	137,02 ^{eA} ± 0,032
	7	124,40 ^{dB} ± 0,011	156,03 ^{dA} ± 0,034
	14	158,43 ^{cB} ± 0,014	181,40 ^{cA} ± 0,013
	21	179,30 ^{bB} ± 0,030	185,01 ^{bA} ± 0,003
	28	181,43 ^{aB} ± 0,012	201,01 ^{aA} ± 0,013
Mastigabilidade (N)	1	43,21 ^{eB} ± 0,020	54,29 ^{eA} ± 0,023
	7	57,33 ^{dB} ± 0,010	67,91 ^{dA} ± 0,010
	14	62,12 ^{cB} ± 0,023	85,37 ^{cA} ± 0,033
	21	78,27 ^{bB} ± 0,050	89,35 ^{bA} ± 0,003
	28	82,38 ^{aB} ± 0,021	98,32 ^{aA} ± 0,015
Coesividade	1	0,76 ^{aA} ± 0,032	0,63 ^{aB} ± 0,023
	7	0,76 ^{aA} ± 0,014	0,63 ^{aB} ± 0,008
	14	0,71 ^{bA} ± 0,014	0,54 ^{Bb} ± 0,010
	21	0,71 ^{bA} ± 0,014	0,50 ^{bB} ± 0,001
	28	0,65 ^{cA} ± 0,013	0,49 ^{cA} ± 0,019
Elasticidade	1	1,30 ^{aA} ± 0,023	1,05 ^{aB} ± 0,025
	7	1,30 ^{aA} ± 0,008	1,02 ^{aB} ± 0,032

	14	1,19 ^{bA} ± 0,023	0,99 ^{bB} ± 0,010
	21	1,21 ^{bA} ± 0,023	0,89 ^{cB} ± 0,024
	28	0,90 ^{cA} ± 0,025	0,78 ^{dB} ± 0,016

Média ± desvio-padrão. Letras maiúsculas (tratamentos) diferentes na mesma linha ou minúsculas (tempo de armazenamento) diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si (p < 0,05). QC = queijo controle; QM = queijo marinado.

Os valores referentes à mastigabilidade variaram entre 43,21 N e 54,29 N (QC e QM) no dia 1 de armazenamento refrigerado. De acordo com Oliveira et al. (2018) mastigabilidade refere-se a energia necessária para desintegrar o alimento durante a mastigação. A mastigabilidade correlaciona-se com a dureza, uma vez que, quanto maior a dureza do queijo maior a energia necessária para desintegrá-lo.

A mastigabilidade apresentou tendência semelhante à dureza, comportamento similar ao encontrado por Rong et al. (2021), onde a mastigabilidade foi uma característica secundária correlacionada positivamente com a dureza em queijo caprino semiduro adicionado de cultura autóctone. Aos 28 dias de armazenamento sob refrigeração, o queijo QM apresentou maior mastigabilidade, diferindo significativamente do queijo QC (p < 0,05).

Os resultados para coesividade dos queijos (QC e QM) variaram de 0,63 a 0,76 com 1 dia de armazenamento refrigerado. Assim como a coesividade, a elasticidade ao longo do tempo de armazenamento diminuiu, apresentando diferenças (p < 0,05) entre os queijos QM e QC. Durante o processo de armazenamento a proteína é quebrada com a hidrólise da caseína em peptídeos de cadeia longa, que e seguida se decompõem em aminoácidos e substâncias voláteis. A gordura é dispersa em pequenos glóbulos de gordura, e os grandes glóbulos são subdivididos em acetonas e aldeídos, que se decompõem em substâncias voláteis e ácidos graxos livres (FOGAÇA et. al; 2014). A hidrólise da proteína e gordura dos queijos (QC e QM) fez com que a coesividade diminuísse gradualmente durante o processo de armazenamento.

4. CONCLUSÃO

O *Lacticaseibacillus* spp. permaneceu estável até o final do processo. A marinação em vinho tinto atribuiu coloração vermelha a casca do queijo caprino, promoveu o aumento na concentração de minerais e modificou a textura do queijo torando-o mais duro e menos elástico quando comparado ao queijo não marinado. A tecnologia do processo de marinação em vinho tinto seco, torna-se viável para queijo caprino adicionado da cepa *Lacticaseibacillus* spp., tornando-o um queijo caprino marinado em vinho tinto seco com potencial probiótico.

5. REFERENCIAS

AOAC. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. 20. ed. Washington, D.C., 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas para alimentos com alegações de propriedades funcionais e / ou de saúde, novos alimentos / ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. Brasília, 2008.

Brasil. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia Alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: MS; 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 de mar. 1996.

CHEN, L., & LIU, H. Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese based on mozzarella . **Journal of Dairy Science**, 95, 4823e4830, 2018.

DE SOUZA, C. S. C., DE SOUZA, R. C., DO NASCIMENTO E., J., & DE SALES, F. J. C. The importance of the intestinal microbiota and its effects on obesity, **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, 2021.

DIAS, G. M. P., DE OLIVEIRA S., F., PORTO, T. S., HOLANDA, M. T. C., & PORTO, A. L. F. Perfil dos peptídeos bioativos obtidos de queijos de coalho com potencial antimicrobiano. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 24, n. 1, 2019.

GARCIA, R. V. Desenvolvimento de leite de cabra fermentado adicionado de cepas probióticas, inulina, amido e gelatina. Tese de doutorado. UFCG/CT, João Pessoa, 2011.

KOMATSU, T. R., BURITI, F. C. A., & SAAD, S. M. I. Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, p. 329-347, 2008.

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S.; BENEVIDES, S. D. Fabricação de queijo caprino elaborado com culturas lácticas mesofílica e propiônica. 2017. 8 p. Embrapa Caprinos e Ovinos (Comunicado Técnico, 163), Prática e processo agropecuário. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1086770/1/cnpc2017COT163.pdf>>.

MILORADOVIC, Z., MIOCINOVIC, J., KLJAJEVIC, N., TOMASEVIC, I., & PUDJA, P. The influence of milk heat treatment on composition, texture, colour and sensory characteristics of cows' and goats' Quark-type cheeses. **Small Ruminant Research**, v. 169, p. 154-159, 2018.

MALFEITO-FERREIRA, M.; LOUREIRO, V.; BARATA, A; PAGLIARA, D; PICCININNO, T; TARANTINO, F; CIARDULLI, W. The effect of sugar concentration and temperature on

growth and volatile phenol production by *Dekkera bruxellensis* in wine. **Federation of European Microbiological Societies**. 1097-1102, 2008.

OLIVEIRA, E. D. A. M., SOLDI, C. L., CAVEIÃO, C., & SALES, W. B. Contagem de bactérias lácticas viáveis em leites fermentados. *Revista Univap*, v. 24, n. 46, p. 94-104, 2018.

World Health Organization. Guideline: Sodium intake for adults and children [Internet]. Genebra: **World Health Organization**; 2012. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77985/9789241504836_eng.pdf?sequence=1

OZDAL, T., D. A.; SELA, J.; XIAO, BOYACIOGLU, D.; CHEN, F.; CAPANOGLU, E. The reciprocal interactions between polyphenols and gut microbiota and effects on bioaccessibility. **Journal Nutrients**, n.8, v. 78, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/nu8020078>>

PEREIRA, I. C., JÚNIOR, R. N. C. M., DA SILVA OLIVEIRA, R. E., & JÚNIOR, F. C. M. Viabilidade de culturas probióticas na fabricação de queijos: revisão integrativa. **Revista Ciência & Saberes-UniFacema**, v. 5, n. 1, 2020.

RAYNAL-LJUTOVAC, K., LAGRIFFOUL, G., PACCARD, P., GUILLET, I., CHILLIARD, Y. Composition of goat and sheep milk products: An update. **Small ruminant research** no. 2008. Res. 79, 57–72. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.07.009>.

RODRIGUES, R., GUERRA, G., SOARES, J., SANTOS, K., ROLIM, F., ASSIS, P., & QUEIROGA, R. *Lactobacillus rhamnosus* EM1107 in goat milk matrix modulates intestinal inflammation involving NF- κ B p65 and SOCs-1 in an acid-induced colitis model. **Journal of Functional Foods**, v. 50, p. 78-92, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.09.013>

ROLIM, F. R. L.; SANTOS, K. M. O.; BARCELOS, S. C.; EGITO, A. S.; RIBEIRO, T. S.; CONCEICAO, M. L.; MAGNANI, M.; OLIVEIRA, M. E. G.; QUEIROGA, R.C.E. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* EM1107 in simulated gastrointestinal conditions and its inhibitory effect against pathogenic bacteria in semi-hard goat cheese. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie / Food Science and Technology*, v. 63, p. 807-813, 2015.

SANTOS, M., RICARDO, M. MARTINS G. M; SILVA, A. C. Formulação a base de soro de leite com peptídeos bioativos. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa (Portugal), 2018.

SALLES, C; SOMMERER, N; SEPTIER, C; ISSANCHOU, S; CHABANET, C; GAREM, A; LE QUÉRÉ, J. Goat cheese flavor: Sensory evaluation of branched-chain fatty acids and small peptides. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 2, p. 835-841, 2002. Disponível em: < <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10686.x> >

SILVA, N., JUNQUEIRA, V. C. A., SILVEIRA, N. F. A., TANIWAKY, N. H., GOMES, R. A. R., OKAZARI, M. M. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

TERPOU, A., PAPADAKI, A., LAPPA, I. K, KACHRIMANIDOU, V., BOSNEA, L. A., & KOPSAHELIS, N. Probiotics in food systems: Significance and emerging strategies towards

improved viability and delivery of enhanced beneficial value. **Nutrients**, v. 11, n. 7, p. 1591, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/nu11071591>>

VERRUCK, S., DANTAS, A., & PRUDENCIO, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of Functional Foods**, v. 52, p. 243-257, 2019.

YUSOP, S. M., O'SULLIVAN, M. G. O., KERRY, J. P. Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products. *Processed Meats Improving Safety, Nutrition and Quality*, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, p. 421-449, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1533/9780857092946.3.421>>

CAPÍTULO II

EFEITO DO PROCESSO DE MARINAÇÃO EM VINHO TINTO SECO, SOBRE OS
COMPOSTOS BIOATIVOS, OXIDAÇÃO LIPÍDICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS
NO QUEIJO CAPRINO ADICIONADO DE CULTURA POTENCIALMENTE
PROBIÓTICA

Efeito do processo de marinação em vinho tinto seco, sobre os compostos bioativos, oxidação lipídica e perfil de ácidos graxos no queijo caprino adicionado de cultura potencialmente probiótica

Resumo

O queijo é rico em componentes nutricionais dentre eles os ácidos que são os mais suscetíveis à oxidação. Medidas podem ser adotadas para limitar o processo de oxidação no processamento e armazenamento dos produtos como por exemplo o uso de ingredientes com capacidade antioxidante. Os antioxidantes naturais dentre eles os compostos fenólicos, que estão presentes no vinho, apresentam comportamento antioxidante além de o seu consumo estar associado a benefícios a saúde. A marinação é um processo realizado através da imersão da matriz alimentar em uma solução como o vinho. Entretanto, ainda é desconhecido os efeitos da marinação em vinho tinto, no queijo caprino adicionado de cultura probiótica. Portanto, o trabalho tem como objetivo investigar o impacto da marinação em vinho tinto, sob as características biológicas do queijo caprino adicionado de fermento autóctone. O queijo marinado (QM) foi elaborado e submetido ao processo de marinação durante 7 dias. Outro queijo, denominado como controle (QC), foi processado, mas não foi submetido ao processo de marinação. Os queijos produzidos foram analisados nos tempos 1, 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado, com relação aos compostos fenólicos totais (TPC), capacidade antioxidante pelos métodos de DPPH e ABTS, oxidação lipídica e perfil de ácidos graxos. O queijo QM apresentou maior concentração de TPC, conseqüentemente maior capacidade antioxidante, menor oxidação lipídica e maior concentração de ácidos graxos.

Palavras chaves: estabilidade oxidativa, compostos fenólicos; *Lacticaseibacillus* sp.

1. INTRODUÇÃO

O queijo, definido como o produto fresco ou maturado obtido a partir da coagulação do leite, é de fácil digestão e rico em componentes nutricionais, constituindo-se assim uma importante fonte de proteínas, ácidos graxos, vitaminas e minerais. É, portanto, uma importante fonte de uma ampla variedade de substâncias biologicamente ativas. O queijo pode ser classificado com base no tipo de leite utilizado, processo de fabricação, teor de gordura, tipo de fermentação e sua microbiota (MAYO et al., 2021).

Dentre os componentes dos alimentos, os ácidos graxos insaturados presentes nos lipídeos são os mais suscetíveis à oxidação em função da instabilidade de suas ligações duplas. O processo de oxidação é um dos principais fatores de deterioração dos alimentos, provocando perdas com alterações significativas na qualidade nutricional e sensorial dos alimentos, e ainda geram produtos oxidados, como os radicais livres, que podem levar a várias reações químicas indesejáveis e a formação de compostos potencialmente tóxicos (WANG et al., 2020).

A preocupação constante de fornecer aos consumidores produtos de alta qualidade levou à utilização de medidas que viabilizem limitar o fenômeno de oxidação durante as fases de processamento e armazenamento dos produtos (e.x. escolha de processos que limitem as operações de e o tratamento térmico; utilização de matérias-primas refinadas, com baixos teores de água e isentas de pró-oxidantes; armazenamento a baixas temperaturas e em atmosfera inerte; adição de compostos antioxidantes; utilização de embalagens que fazem barreira com o ambiente externo. (AMARAL et al, 2018).

Dentre o conjunto de medidas para minimizar os processos oxidativos, o uso de compostos antioxidantes é, sem dúvida, uma prática corrente, razão que justifica o atual interesse pela pesquisa de novos compostos com capacidade antioxidante. Os antioxidantes naturais consistem tipicamente em compostos fenólicos, com várias espécies desses compostos como ácidos hidroxicinâmicos (ácido p-cumárico, ácido cafeico e ácido ferúlico), ácidos hidroxibenzóicos (ácido gálico, ácido salicílico e ácido gentístico), catequinas, flavonóides (miricetina, quercetina e malvidin-3-glucósido) e trans-estilbenos hidroxilados (resveratrol), estão presentes nos vinhos (LIMA, et. al. 2018). Os fenólicos do vinho não têm apenas uma influência direta nas características sensoriais do vinho. Alguns fenólicos naturalmente presentes no vinho tinto foram encontrados e atribuí-se ação contra doenças cardiovasculares, obesidade, câncer e envelhecimento (AIRES et al., 2021; ANJO et al., 2020). Além disso, evidências científicas relatam que os polifenóis do vinho exercem seus efeitos benéficos por

meio de interações com a microbiota intestinal, uma vez que possuem o comportamento de modular a biologia desses microrganismos e, ao mesmo tempo, são metabolizados pelas bactérias intestinais em metabólitos biodisponíveis específicos (ROCHA et al., 2008; VALCO et al., 2007).

O processo de marinação utilizando vinho é uma prática tradicional, que possui o objetivo de melhorar as propriedades sensoriais da matriz alimentar e diversificar o nicho de alimentos. O conhecimento científico sobre o efeito de determinados componentes do vinho na qualidade do queijo caprino como matriz alimentar é escasso. Os mecanismos dos tais efeitos ainda são desconhecidos, bem como o efeito da marinação em vinho na oxidação dos ácidos graxos e proteínas e as consequências relevantes destes (GARGI et al., 2021). De particular interesse são as possíveis interações moleculares entre os componentes do vinho (polifenóis) e os componentes da matriz alimentar.

Outros componentes do vinho, como açúcares redutores e ácidos orgânicos, também podem influenciar a deterioração microbiana, o estado oxidativo e as propriedades sensoriais da matriz alimentar marinada no vinho. Portanto, mais investigações são necessárias para estabelecer um conhecimento fundamental sólido sobre os diversos efeitos de compostos bioativos específicos do vinho na oxidação de produtos lácteos. Deste modo, o trabalho tem como objetivo investigar o impacto da marinação em vinho tinto, sob as características biológicas do queijo caprino adicionado de fermento autóctone.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. PROCESSO TECNOLÓGICO DO QUEIJO CAPRINO

O processo de fabricação do queijo seguiu a metodologia adotada por Laguna et. al., (2017) com modificações. O leite de cabra foi pasteurizado, a cultura probiótica *Lacticaseibacillus* spp. foi incorporada no leite, na concentração de 2 % (v/v). Após 30 minutos de fermentação, o cloreto de cálcio (200 ppm) de grau alimentar e a enzima quimosina (Coalho HA-LA® líquido, poder coagulante 1:3000, Chrintian Hansen Industria e Comércio Ltda) foi adicionado, após formação da coalhada (40 min.), a mesma foi cortada em cubos, seguida de mexedora lenta e dessoragem parcial. O soro foi aquecido (80 °C) e reintroduzido para cozimento da massa, entre 40 °C a 55 °C. Após a etapa de cozimento da massa ocorreu a

dessoragem total, salga (2 %) e moldagem. O queijo foi prensado (24 h) em temperatura ambiente em seguida seco (12 horas) sob refrigeração.

Uma batelada denominada queijo controle (QC), foi embalada a vácuo e armazenado sob refrigeração. Outra batelada, após secagem, foi submetida a marinação em vinho tinto seco, por 7 dias, sob refrigeração. Durante a marinação foi realizada a viragem do queijo a cada 24 h, com o objetivo de obter um produto uniforme. Após o processo de marinação, os queijos foram retirados do vinho e por um período de 24 h, permaneceram secando em temperatura de refrigeração, em seguida foram embalados a vácuo e armazenados sob refrigeração, o produto deste processo foi denominado de queijo marinado (QM).

2.2. AMOSTRAGEM E PREPARO DO EXTRATO ALCOÓLICO

A amostragem foi realizada pela trituração dos queijos (QC e QM). O extrato alcoólico foi preparado seguindo a metodologia adotada por Ribas et. al, (2017), com adaptações. A amostra foi pesada (1 g de queijo triturado), em tubo de Falcon envolvido em papel alumínio, adicionado de álcool metílico p. a. na proporção de 1:10 (m/v), agitado durante 10 minutos e submetido a centrifugação (3000 rpm) por 15 minutos.

Todo o procedimento foi preparado sob temperatura ambiente e em condições de pouca luminosidade. O sobrenadante foi utilizado nas análises para fenólicos totais, DPPH e ABTS. As análises foram realizadas no dia seguinte ao processamento (dia 1) e aos 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento refrigerado e em triplicata.

2.3. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE *IN VITRO*

Os compostos fenólicos foram quantificados seguindo a metodologia de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965), 125 µL do reagente Folin-Ciocalteu (1:1 água deionizada) e 2250 mL de carbonato de sódio (28 g/L), para os extratos foram adicionados de alíquotas com 700 µL de extratoe para o vinho tinto seco diluído (5 mL vinho diluído em 100 mL de água destilada) alíquota de 50 µL, permanecendo ao abrigo de luz durante 30 min. seguido de leitura em espectrofotômetro a 725 nm. Uma curva de calibração foi preparada usando ácido gálico (GA) como padrão com concentrações de 0,005–0,12 mg/mL. O GA é convencionalmente usado como referência padrão, pois é um composto de baixo custo

disponível na forma altamente purificada e dotado de reatividade média. A equação da reta utilizada foi $y = 0,021x + 0,1934$, com um $R^2 = 0,9881$, os resultados das absorvâncias foram expressos em miligrama de equivalente ácido gálico (EAG) por 100 grama de queijo.

A capacidade antioxidante também foi determinada usando o método 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, DPPH (BRANDWILLIAMS et al., 1995). Uma curva de calibração foi preparada usando ácido ascórbico em concentrações de 2,20–39,62 mg EAA/mL. A equação da reta utilizada foi $y = 1,86x + 11,419$, com um $R^2 = 0,9875$. Os valores foram relatados em mg EAA/L para leite e mg EAA/Kg para queijo.

Além disso, também foi aplicado o ensaio com ABTS, obtido pela reação de 5 mL de ABTS (7 mM) com 88 μ M de persulfato de potássio a 140 mM, conforme descrito por Re et al. (1999). O sistema foi mantido em repouso, a temperatura ambiente por um período de 12 a 16 horas em ausência de luz. O ABTS foi diluído com álcool metílico até obter valor de absorvância de $0,7000 \pm 0,05$ a 734 nm. O percentual de decréscimo na absorvância foi medido pela concentração, e a capacidade de capturar o ABTS, foi calculada com base no decréscimo da absorvância observada. Foi construída uma curva de calibração, representada graficamente com porcentagem (%) de inibição versus concentração do Trolox. Os resultados da atividade da amostra foram expressos em % de inibição (RE et al., 1999).

2.4. OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A oxidação lipídica dos queijos foi determinada pela quantificação de malonaldeído segundo a metodologia descrita por Lee et. al (2015) e Hoyland et. al (1991).

Foram pesadas 2 g de amostra de queijo trituradas, em tubo de Falcon envolvidos com papel alumínio, adicionadas de 10 mL de ácido tricloroacético (7,5%) e agitadas por 10 minutos. Em seguida a mistura foi filtrada em papel filtro qualitativo (125 mm, 80g), e 5 mL do filtrado foi coletado e colocado em tubos de ensaio, adicionado de 5 mL de ácido tiobarbitúrico (0,02M) e levados ao banho-maria (100 °C) por 45 minutos. O branco foi composto por 5 mL de TBA + 5 mL de TCA, levados ao banho-maria por 45 minutos. Após resfriados em banho de gelo, os tubos apresentaram coloração rosa, procedendo-se a leitura em espectrofotômetro com absorvância de 539 nm. O resultado foi expresso na quantificação de malonaldeído (MDA)/kg.

2.5. PERFIL DE ÁCIDO GRAXOS DOS QUEIJOS PELO MÉTODO DE CG-MS

2.5.1. Transesterificação das amostras

A transesterificação das amostras foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Molkenim e Precht (2000), com adaptações.

Foi realizada a pesagem de 0,5 g dos queijos triturados (QC e QM) em tubo Falcon, adicionado de 0,5 mL da solução de KOH 2M preparado em metanol e 1 mL de hexano, agitado em vortex por 3 minutos e em seguida levado ao banho-maria (50 °C), permanecendo ali durante 30 minutos. Após resfriados, foi adicionado 2 mL de HCl 1,25 M em metanol, agitado em vortex por 10 segundos e levados novamente ao banho-maria (50 °C) durante 10 minutos. Após resfriados, foi adicionado 1 mL de água ultra pura e 1 mL de hexano, agitado em vortex durante 1 minuto e centrifugado (2500 rpm) por 5 minutos.

A fase orgânica superior foi transferida para um tubo de centrifuga, adicionado de 0,5 g de sulfato de sódio anidro e então centrifugado a 2500 rpm durante 5 minutos. Foi retirada a fase n-hexano com o auxílio de micropipeta e transferida para o vial de cromatógrafo. O vial foi lacrado com o auxílio de lacrador manual para que não ocorresse a evaporação dos ácidos graxos de cadeia curta, e armazenado em temperatura de refrigeração até o momento da injeção no cromatógrafo gasoso.

2.5.2. Identificação dos ésteres de ácidos graxos

Os ácidos graxos foram identificados sob a forma de ésteres metílicos analisados por cromatografia gasosa acoplado a espectrometria de massa (Agilent® modelo 7890B) equipado pela coluna HP5-MS com 30 m de comprimento, 0,250 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de espessura do filme. As amostras foram injetadas com injetor automático e o volume de injeção foi 1 mL.

A temperatura inicial do forno foi de 50 °C, tendo-se mantido nessa temperatura durante 3 minutos. Em seguida a temperatura foi programada até 60 °C a uma taxa de aquecimento de 5 °C/min., seguida de aumento para 280 °C a uma taxa de 15 °C/min. A temperatura de interface foi de 270 °C e a temperatura da fonte iônica de 250 °C.

As áreas cromatográficas dos ésteres metílicos foram avaliadas e a sua concentração individual foi calculada em termos relativos de porcentagem da área cromatográfica total. A identificação de cada éster metílico individual foi efetuada por análise do seu espectro de massa, na ordem de eluição e por comparação dos espectros de massa da biblioteca de espectros (NIST).

2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram analisados em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Nos resultados referentes ao armazenamento dos queijos foi aplicado esquema fatorial 5×2 , sendo 5 tempos de armazenamento e 2 tipos de queijos, considerando 2 lotes. Os dados foram tratados com o auxílio do software Assistat versão 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2016), através da Análise de Variância (ANOVA), comparando-se as médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS QUEIJOS E VINHO

Os compostos fenólicos do queijo controle (QC) e queijo marinado (QM) ao longo do período de armazenamento de 28 dias sob refrigeração é apresentado na Tabela 1 assim como a capacidade sequestrante por DPPH e ABTS. O queijo QC apresentou uma quantidade considerável de compostos fenólicos considerados endógenos pelo fato de que possivelmente derivam do leite utilizado, sendo provenientes da alimentação do animal, do catabolismo de aminoácidos ou atividade microbiana no rúmen (O'CONNELL & FOX, 2001).

O vinho, em especial o vinho tinto, é uma fonte rica de compostos fenólicos, apresentando alta concentração (287,43 mg EAG/mL) e muitos desses compostos são relatados por suas várias atividades biológicas (LUCENA et al., 2011). O processo de marinação em vinho tinto, influenciou na concentração de compostos fenólicos totais do queijo QM, apresentando valor superior ($p < 0,05$) de 19,41 mg EAG/100 g, quando comparado com queijo QC com 7,19 mg EAG/100 g no 1 dia de armazenamento sob refrigeração.

Tabela 1: Polifenóis totais e atividade antioxidante dos queijos controle (QC) e marinado (QM).

Amostra	Armazenamento (dias)				
	1	7	14	21	28
Compostos fenólicos totais (mg EAG/100 g)					
QC	7,19 ^{aB} ± 0,02	7,12 ^{aB} ± 0,03	7,06 ^{aB} ± 0,03	7,03 ^{aB} ± 0,01	6,10 ^{bB} ± 0,02
QM	19,4 ^{aA} ± 0,01	19,30 ^{aA} ± 0,01	19,21 ^{aA} ± 0,04	18,90 ^{aA} ± 0,03	17,90 ^{bA} ± 0,01
Vinho	287,43 ± 0,67				
Capacidade de sequestro do DPPH					
QC	13,95 ^{aB} ± 0,07	13,75 ^{aB} ± 0,08	13,04 ^{bB} ± 0,09	13,00 ^{bB} ± 0,12	13,04 ^{bB} ± 0,10
QM	30,52 ^{aA} ± 0,08	30,40 ^{aA} ± 0,10	30,15 ^{aA} ± 0,07	30,10 ^{aA} ± 0,06	29,30 ^{bA} ± 0,09
Vinho	45,07 ± 0,02				
Capacidade de sequestro do ABTS*					
QC	9,20 ± 0,12	9,14 ± 0,20	9,14 ± 0,12	9,13 ± 0,12	9,02 ± 0,11
QM	19,10 ± 0,14	19,75 ± 0,15	19,20 ± 0,07	18,53 ± 0,08	18,19 ± 0,08
Vinho	44,86 ± 0,03				

Média ± desvio-padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha ou minúsculas diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ($p < 0,05$). *Os queijos QC e QM não diferiram estatisticamente. QC = queijo controle e QM = queijo marinado.

Ao longo do processo de armazenamento sob refrigeração, o queijo QM indicou estabilidade significativa ($p < 0,05$) do TPC, alcançando menor valor (17,90 mg EAG/100 g) com 28 dias de armazenamento, porém ainda superior ($p < 0,05$) ao queijo QC (6,10 mg EAG/100 g). O mesmo comportamento foi observado para atividade antioxidante.

Segundo Sousa et al., (2009), existe uma forte correlação entre o teor de fenólicos totais e atividade antioxidante, sugerindo que o perfil de compostos fenólicos influencia na atividade antioxidante, tanto em termos quantitativos como qualitativos. A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos está diretamente ligada à sua estrutura química, a qual pode estabilizar os radicais livres. O queijo QM apresentou maior capacidade de sequestro em DPPH e ABTS quando comparado com o queijo QC, imediatamente (1 dia) após a fabricação do queijo e ao longo do período de armazenamento por 28 dias (Tabela 1).

Para Barbosa et al., (2010), a presença de agentes antioxidantes desempenha papel importante na inibição da oxidação lipídica. Além disso, oferece proteção contra a ação dos radicais livres e a peroxidação dos lipídeos, que ocorre tanto em seres vivos quanto nos alimentos, essa capacidade retarda os processos oxidativos e a formação de radicais livres associadas ao poder de doar elétrons, o que inativa os radicais por meio da finalização da reação em cadeia ou, simplesmente, impedindo a sua formação (BARREIROS et al., 2006).

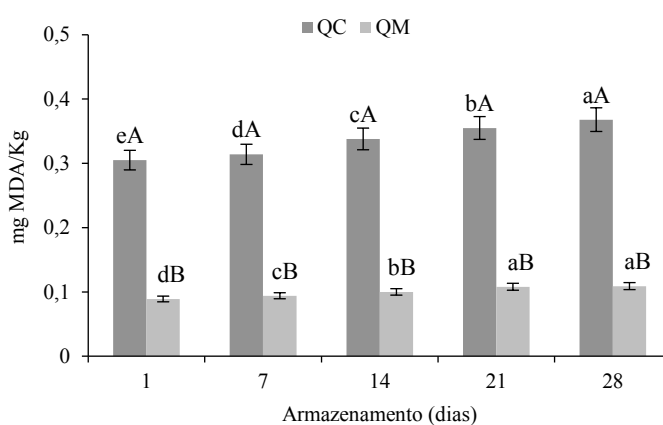
Aos 28 dias de armazenamento, os queijos QC e QM apresentaram redução na capacidade de sequestro de DPPH e ABTS. A redução da atividade antioxidante foi devida, provavelmente, à instabilidade dos polifenóis e outras substâncias com poder antioxidante, que passam por numerosas reações enzimáticas e químicas durante tempo de armazenamento (HALA et al., 2010).

3.2. OXIDAÇÃO LIPÍDICA DOS QUEIJOS

A oxidação lipídica é uma das principais reações deteriorativas que ocorrem durante o processamento, distribuição, armazenamento e preparo final, ameaçando à qualidade sensorial e segurança dos alimentos (ESTÉVEZ E XIONG, 2019). A Figura 1 apresenta o efeito da marinação em vinho tinto sobre os valores de TBARS em queijos caprinos armazenado sob refrigeração, durante 28 dias.

No queijo QC foi verificada as maiores concentrações significativas ($p < 0,05$) de TBARS (0,305 a 0,368 mg de MDA/ Kg) durante o período de armazenamento. O aumento de TBARS no queijo QC ao longo do tempo de armazenamento reflete intensa degradação de lipídios promovida pela liberação de compostos secundários do processo oxidativo (BEKHIT et al., 2013).

Figura 1: Efeito da marinação em vinho tinto sob a concentração de TBARS no queijo caprino.



Fonte: Autor, 2022

Um elevado efeito inibitório contra a oxidação lipídica foi observado no queijo QM em comparação ao QC. As amostras de queijo QM apresentaram valores de TBARS significativamente ($p < 0,05$) mais baixos (0,089 a 0,109 mg de MDA/ Kg) ao longo do armazenamento (28 dias).

A presença e estabilidade dos compostos fenólicos do queijo QM (Tabela 1), resultante do processo de marinação, demonstrou eficácia na prevenção da oxidação lipídica, que segundo Shahidi, Janitha & Wanasundara, (1992) ocorre pelo sequestro de radicais livres e quelação de metais com atuação na etapa de iniciação e na propagação do processo oxidativo gerando produtos intermediários relativamente estáveis, protegendo assim os tecidos da ação dos radicais livres e da peroxidação lipídica. Amarowicz, Pegg, Rahimi-Moghaddam, Barl, & Weil, (2004) ressaltam que a ação efetiva da atividade antioxidante depende do nível de inclusão e de sua estabilidade nas condições de processamento dos alimentos.

Segundo Osawa et al., (2005) os odores de ranço podem ser detectados em concentrações de TBARS na faixa de 0,5 a 1,0 e 0,6 a 2,0 mg de malonaldeído/kg amostra, respectivamente. Nos tratamentos os valores de TBARS encontrados foram inferiores aos citados pelo referido autor.

3.3. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS

O perfil de ácidos graxos está apresentado de acordo com a metodologia de representação dos resultados, através do percentual de picos do cromatograma, adotada por Innocence et al. (2007). Na Tabela 2 encontra-se a média percentual total dos ácidos graxos, no final do processo de armazenamento (28 dias) dos queijos marinado (QM) e controle (QC). Foram identificados 17 compostos, dentre estes, 10 saturados, 3 monossaturados e 3 polinsaturados, apresentando números de carbono entre 6 e 24, com predominância dos ácidos com 6, 8, 10, 12, 14, 16, 17, 18 e 24 carbonos.

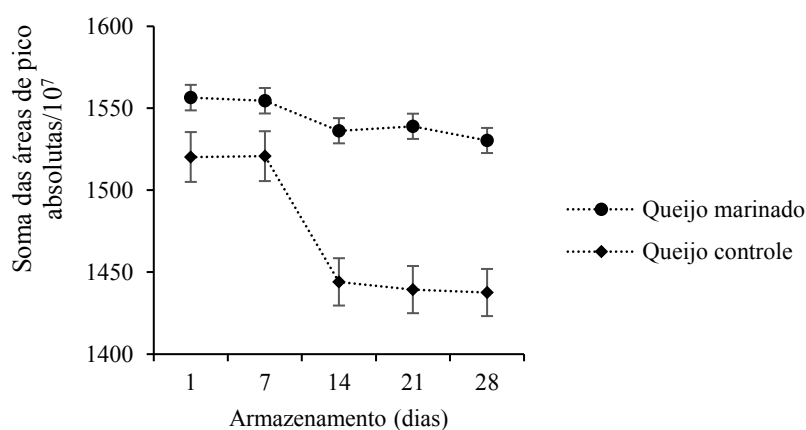
Tabela 2: Ácidos graxos totais identificados nas amostras de queijo caprino controle (QC) e queijo caprino marinado em vinho tinto seco (QM).

ÁCIDO GRAXO		QM (%)	QC (%)
Nomenclatura comum	Simbologia		
SATURADOS			
Ácido capróico	C6:0	3,71	3,70

Ácido caprílico	C8:0	3,8	2,30
Ácido cáprico	C10:0	6,6	5,12
Ácido láurico	C12:0	2,05	2,75
Ácido mirístico	C14:0	2,4	0,73
Ácido pentadecílico	C15:0	1,2	1,10
Ácido palmitico	C16:0	25,4	15,20
Ácido behénico	C22:0	1,0	0,25
Ácido tricosílico	C23:0	1,2	1,14
Ácido lignocérico	C24:0	1,2	0,18
MONOINSATURADOS			
Ácido palmitoleico	C16:1 ω -7 cis	10,1	8,83
cis-heptadecanoico	C17:1 ω -7 cis	1,5	1,00
Ácido oleico	C18:1	14,2	12,70
POLINSATURADOS			
Ácido linoleico	C18:2	5,0	3,32
Ácido di-homo-y-linolenico	C20:3	1,0	0,72
Ácido nervonico	C24:1, ω -9 cis	3,30	0,65

O valor médio da área total dos picos cromatográficos, como mostra na Figura 2, variou entre 1157,09 e 1550,41 em base de 10^7 , considerando os cinco períodos de armazenamento e os dois tipos de queijos. O queijo QM (1556,5 a 1530,4) apresentou maior média ($p < 0,05$) dos picos em base 10^7 , nos cinco períodos avaliados em comparação ao queijo QC (1520,3 a 1437,6).

Figura 2: Média da área absoluta / 10^7 dos picos de ácidos graxos identificados nos queijos QC e QM no decorrer do armazenamento sob refrigeração.

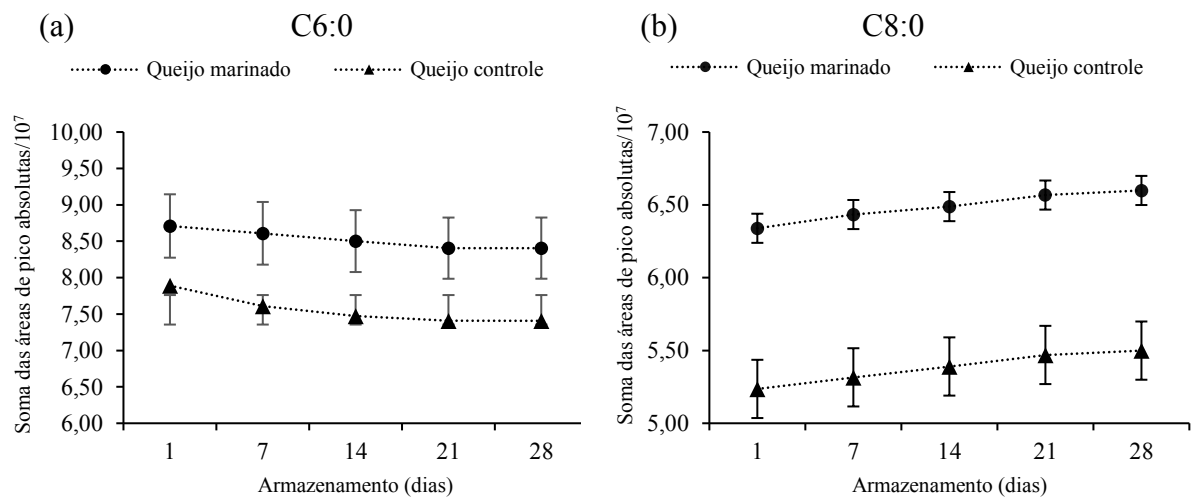


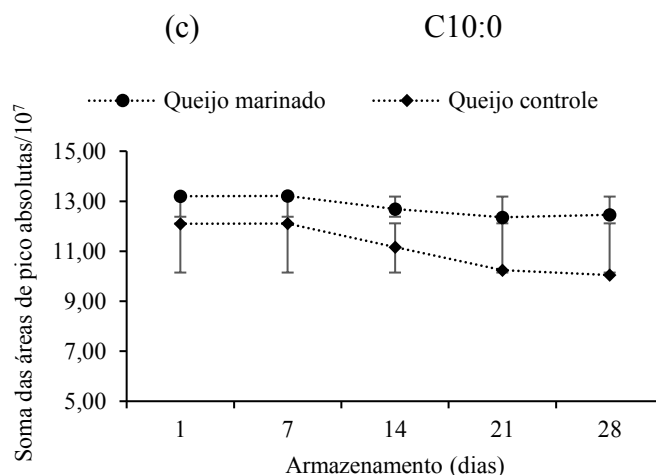
Fonte: Autor, 2022.

No decorrer do processo de armazenamento, o queijo QM apresentou redução significativa ($p < 0,05$) na média das somas das áreas dos picos de ácidos graxos, partindo de 1556,5 no tempo 1, alcançando 1510,4 em base 10^7 no tempo 28. Os períodos analisados (1, 7, 14, 21 e 28 dias) mostraram diferença estatística ($p < 0,05$) no decorrer do tempo de armazenamento, entretanto nos períodos de 7, 14 e 21 dias os valores permaneceram estáveis, não diferindo estatisticamente.

Os ácidos graxos são liberados através da lipólise pela hidrólise dos triglicerídeos, contribuindo para o aroma e sabor dos queijos em especial através dos ácidos graxos de cadeias curtas e intermediárias, também são precursores de compostos voláteis essenciais ao sabor dos queijos (COLLINS, MCSWEENEY & WILKINSON, 2003).

Figura 3: Média da área absoluta / 10^7 dos picos de ácidos graxos capríco (a), caprílico (b) e cáprico (c) identificados nos queijos QC e QM.



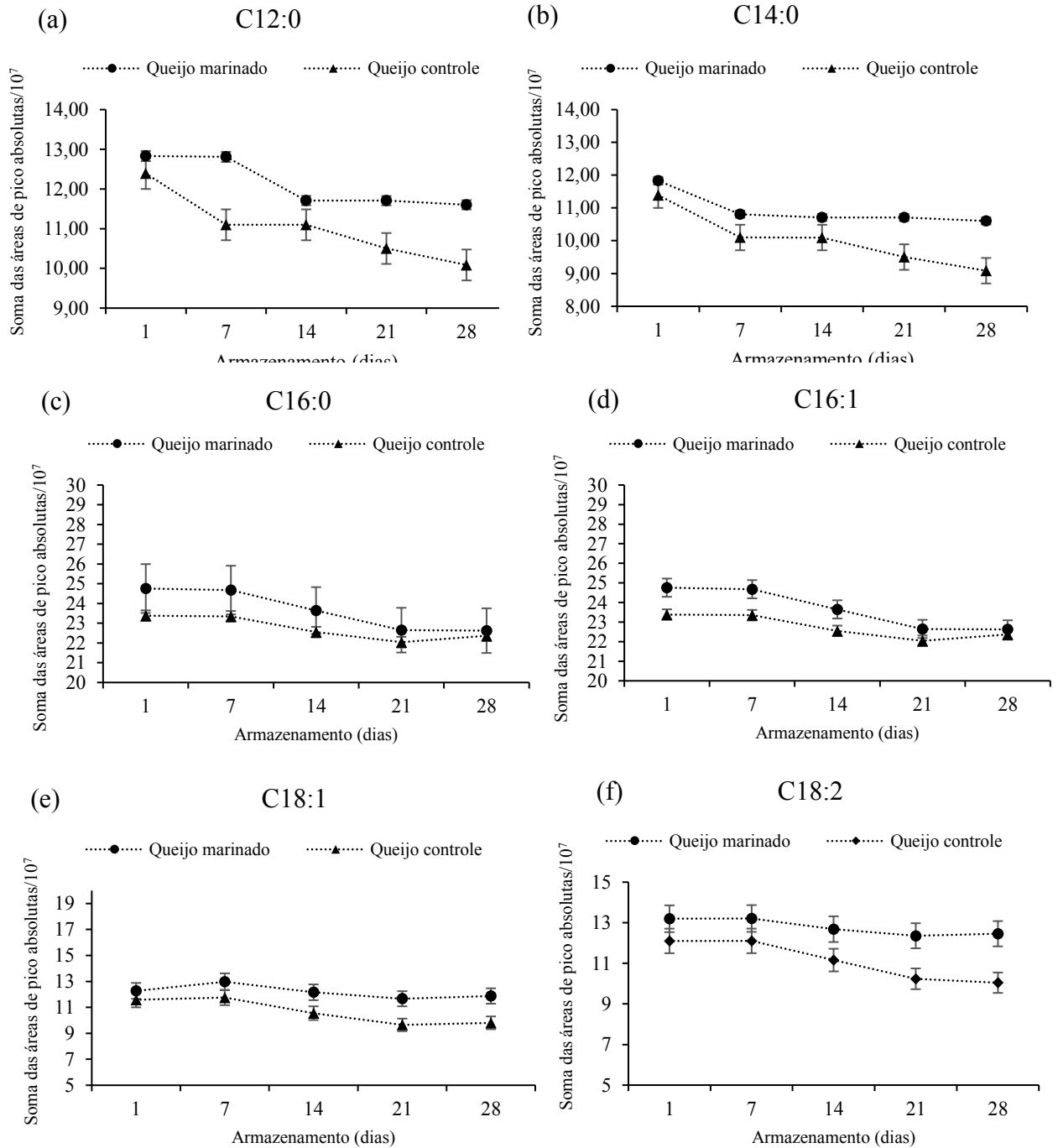


Fonte: Autor, 2022.

Segundo Poveda e Cabezas (2006), Sanz Sampelaya et al. (2007) e Medeiros et al. (2014), o sabor característico do queijo de cabra, por exemplo, é particularmente afetado pelo teor de ácidos graxos de cadeia curta e média. Neste estudo, foi encontrada uma ligeira diminuição de C6:0, C:8 e C10:0. Embora uma alta proporção de ácidos graxos de cadeia curta na gordura do leite de cabra favoreça as propriedades de fácil digestão dos produtos lácteos de cabra, um sabor intenso de “cabra” é um dos fatores para recusa (Medeiros et al., 2014) de produtos lácteos por alguns consumidores (Silva et al., 2020).

Não foi identificado pico representativo para o ácido graxo butírico (C4) em ambas os queijos (QC e QM), entretanto como mostra na Figura 3, o ácido caproíco (a) foi identificado apresentando médias de área total dos picos, no decorrer do armazenamento do queijo QM (8,7, a 8,4) que não diferiram ($p < 0,05$) quando comparado ao queijo QC (8,8 a 8,4) em base 7, entretanto indicou redução significativa da média a partir dos 7 dias de armazenamento. O ácido caprílico (b) e cáprico (c) em ambos os queijos (QC e QM) apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no decorrer dos 28 dias de armazenamento, com o queijo QM se destacando com valores superiores ($p < 0,05$).

Figura 4: Média da área absoluta / 10^7 dos picos de ácidos graxos láurico (a), mirístico (b), palmítico (c), palmitoleico (d), oleico (e) e linoleico (f) identificados nos queijos QC e QM.



Fonte: Autoria própria, 2022.

As maiores concentrações encontrados no perfil dos ácidos graxos monoinsaturados, podem ser visualizadas na Figura 4 (C16:1 (d) e C18:1 (e)) e foram principalmente no queijo QM, sendo significativamente superior, ao queijo QC ($p \leq 0,05$). O ácido graxo poli-insaturado C18:2 (f) apresentou maior concentração, no queijo QM, quando comparado ao QC ($p \leq 0,01$). É importante destacar que os ácidos graxos poli-insaturados, incluindo o linoleico conjugado (C18:2), possui potencial anticancerígeno (RODRIGUES et al., 2010), na prevenção e melhora de doenças cardiovasculares (LU et. al., 2011), inflamação (FIGUERAS et al., 2011) e envelhecimento (DYALL et al., 2010). O mercado consumidor de produtos lácteos, tem direcionado a busca por alimentos com menores teores de gordura e com perfil de ácidos graxos que os caracterize como alimentos funcional.

Os ácidos graxos apresentaram redução significativa ao longo do período de armazenamento de 28 dias, em ambos os queijos (QC e QM), este comportamento corrobora com os dados da oxidação lipídica encontrados no estudo.

4. CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que a tecnologia de marinação em vinho tinto conferiu ao queijo concentrações elevadas de fenólicos, ampliando significativamente sua capacidade antioxidante. Como resultado, observou-se uma redução na oxidação lipídica, além de alterações no perfil lipídico do queijo. Esses achados destacam o potencial da marinação em vinho tinto como uma estratégia promissora para melhorar não apenas a qualidade sensorial, mas também o valor nutricional e funcional dos produtos lácteos.

5. REFERÊNCIAS

AIRES, M. V. L., MODESTO, R. M. G., & SANTOS, J. S. Os benefícios da uva na saúde humana: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e281101421825-e281101421825, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21825>

AMARAL, A. B.; SILVA, M. V.D; & LANNES, S. C. D. S. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors– a review. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 1-15, 2018. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>

AMAROWICZ, R., PEGG, R. B; RAHIMI-MOGHADDAM, P; BARL, B; & WEIL, J. A. Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. **Food chemistry**, v. 84, n. 4, p. 551-562, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00278-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00278-4)

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal vascular brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000100021>

BARBOSA, K. B. F., COSTA, N. M. B., ALFENAS, R. D. C. G., DE PAULA, S. O., MINIM, V. P. R., & BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de nutrição**, v. 23, p. 629-643, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000400013>

BARREIROS, A. L; DAVID, J. M; & DAVID, J. P. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química nova**, v. 29, p. 113-123, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000100021>

BEKHIT, A. E. D. A., HOPKINS, D. L., FAHRI, F. T., & PONNAMPALAM, E. N. Oxidative processes in muscle systems and fresh meat: Sources, markers, and remedies. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, n. 5, p. 565-597, 2013. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12027>

COLLINS, Y. F., MCSWEENEY, P. L., & WILKINSON, M. G. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. **International Dairy Journal**, v. 13, n. 11, p. 841-866, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(03\)00109-2](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(03)00109-2)

DE SOUZA VACCARI, NF, SOCCOL, MCH, & IDE, GM. Compostos fenólicos em vinhos e seus efeitos antioxidantes na prevenção de doenças. **Revista de ciências agroveterinárias**, v. 8, n. 1, p. 71-83, 2009.

ESTÉVEZ, M., & XIONG, Y. Intake of oxidized proteins and amino acids and causative oxidative stress and disease: recent scientific evidences and hypotheses. **Journal of food science**, v. 84, n. 3, p. 387-396, 2019. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14460>

GARGI, A., & SENGUN, I. Y. Marination liquids enriched with probiotics and their inactivation effects against food-borne pathogens inoculated on meat. **Meat Science**, v. 182, p. 108624, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108624>

GÓMEZ-CORTÉS, P., CÍVICO, A., DE LA FUENTE, M. A., SÁNCHEZ, N. N., BLANCO, F. P., & MARÍN, A. L. M. Short term evolution of nutritionally relevant milk fatty acids of goats fed a cereal-based concentrate enriched with linseed oil. **Innov. Food Sci. Emerg. Technol.**, v. 51, p. 107–113, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.03.020>

HALA, M. F. E. D., EBTISAM, I. G., SANAA, M. A. B., GAD, A. S., & MARWA, M. E. S. Manufacture of Low Fat UF-Soft Cheese Supplemented with Rosemary Extract (as Natural Antioxidant)., **Journal of American Science** v. 6, n. 10, p. 570–579. http://www.jofamericanscience.org/journals/amsci/am0610/65_3487am0610_570_579.pdf

INNOCENTE, N; BIASUTTI, M; COMUZZO, P; Characterization of a traditional semi-hard Italian cheese produced by soaking in wine. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1452-1456, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.025>

LAGUNA, L. E.; EGITO, A. S.; BENEVIDES, S. D. Fabricação de queijo caprino elaborado com culturas láticas mesofílica e propiônica. 2017. 8 p. Embrapa Caprinos e Ovinos (Comunicado Técnico, 163), Prática e processo agropecuário. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1086770/1/cnpc2017COT163.pdf>

LIMA, A., OLIVEIRA, C., SANTOS, C., CAMPOS, FM, & COUTO, J. Phenolic composition of monovarietal red wines regarding volatile phenols and its precursors. **European Food Research and Technology**, v. 244, n. 11, p. 1985-1994, 2018.

LUCENA, A. P. S., NASCIMENTO, R. J. B., MACIEL, J. A. C., TAVARES, J. X., BARBOSA-FILHO, J. M., OLIVEIRA, E. J. Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, p. 130-36, 2010.

MAYO, B., RODRÍGUEZ, J., VÁZQUEZ, L., & FLÓREZ, A. B. Microbial Interactions within the cheese ecosystem and their application to improve quality and safety. **Foods**, v. 10, n. 3, p. 602, 2021. <https://doi.org/10.3390/foods10030602>

MEDEIROS, E., QUEIROGA, R., MEDEIROS, A., BOMFIM, M., BATISTA, A., DOS SANTOS F' ELEX, S., MADRUGA, M. Sensory profile and physicochemical parameters of cheese from dairy goats fed vegetable oils in the semiarid region of Brazil. **Small Rumin. Res.**, v. 113, p. 211–218, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.02.006>.

MEDEIROS, E., QUEIROGA, R., OLIVEIRA, M., MEDEIROS, A., SABEDOT, M., BOMFIM, M., MADRUGA, M. Fatty acid profile of cheese from dairy goats fed a diet enriched with Castor, sesame and faveleira vegetable oils. **Molecules**, v. 19, p. 992–1003, 2014 <https://doi.org/10.3390/molecules19010992>

O'CONNELL, J. E., & FOX, P. F. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. **International Dairy Journal**, v. 11, n. 3, p. 103-120, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00033-4](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00033-4)

OSAWA, C. C; FELÍCIO, P. E. D; & GONÇALVES, L. A. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v. 28, p. 655-663, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000400019>

PRECHT, D., & MOLKENTIN, J. Distribuições de frequência dos teores de ácido linoleico conjugado e ácidos graxos trans em gorduras do leite bovino europeu. **Milchwissenschaft**, v. 55, n. 12, p. 687-691, 2000.

POVEDA, J.M., CABEZAS, L., Free fatty acid composition of regionally-produced Spanish goat cheese and relationship with sensory characteristics. **Food Chem.**, v. 95, p. 307–311, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.045>.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; MIN-YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

RIBAS, J. C. R. Desenvolvimento de queijo tipo frescal de leite de búfala enriquecido com manjeriço (*ocimum basilicum* l.). Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, 2017.

ROCHA, H. A., & GUERRA, N. B. Polifenóis em vinhos tintos: fatores envolvidos, propriedades funcionais e biodisponibilidade. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 9, n. 2, p. 93-105, 2008.

RODRIGUES, G. H., SUSIN, I., PIRES, A. V., ALENCAR, S. M. D., MENDES, C. Q., & GENTIL, R. S. Perfil de ácidos graxos e composição química do músculo Longissimus dorsi de cordeiros alimentados com dietas contendo polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1346-1352, 2010.

SANZ SAMPELAYO, M.R., CHILLIARD, Y., SCHMIDELY, PH., BOZA, J. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Rumin. Res.** v. 68, p. 42–63, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.017>.

SHAHIDI, F., JANITHA, P. K., & WANASUNDARA, P. D. Critical reviews in food science & nutrition, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992. <https://doi.org/10.1080/10408399209527581>

SILVA, L.S.E., FERNANDES LIMA CAVALCANTI, J.V., RODRIGUES MAGALHÃES, A.L., SANTORO, K.R., DIAS GONÇALVES, G., VASCONCELOS SANTANA, L.P., BARBOSA DA SILVA, J.K., CAVALCANTI DE ALMEIDA, O. Soybean oil modulates the fatty acid synthesis in the mammary gland, improving nutritional quality of the goat milk. **Small Rumin. Res.**, v. 183, p. 106041, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106041>.

SINGLETON, V. L., & ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

VALKO, M., LEIBFRITZ, D., MONCOL, J., CRONIN, M., T., MAZUR, M. & TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **International Journal of Biochemistry and Cellular Biology**, v. 39, p. 44- 84, 2007.

WANG, C., SUN, C., LU, W., GUL, K., MATA, A., & FANG, Y. Emulsion structure design for improving the oxidative stability of polyunsaturated fatty acids. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 6, p. 2955-2971, 2020.

YADAV, A.K., SINGH, J., YADAV, S.K. Composition, nutritional and therapeutic values of goat milk: a review. **Asian J. Dairy Food Res.**, v. 35, p. 96–102, 2016. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.v35i2.10719>.