

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

NAIARA TAYS FRANCISCO FELICIO

EFEITO DA APLICAÇÃO DE COBERTURAS BIODEGRADÁVEIS À BASE DE
AMIDO NAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E
SENSORIAIS DE QUEIJO DURO

PONTA GROSSA

2023

NAIARA TAYS FRANCISCO FELICIO

EFEITO DA APLICAÇÃO DE COBERTURAS BIODEGRADÁVEIS À BASE DE AMIDO
NAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS
DE QUEIJO DURO

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de mestre em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, no Programa de Pós-
graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos,
da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Renata Dinnies Santos
Salem

PONTA GROSSA

2023

F314 Felício, Naiara Tays Francisco
Efeito da aplicação de coberturas biodegradáveis à base de amido nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de queijo duro / Naiara Tays Francisco Felício. Ponta Grossa, 2023.
72 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Área de Concentração: Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Renata Dinnies Santos Salem.

1. Mandioca. 2. Vida útil. 3. Óleo essencial. 4. Origanum vulgare. 5. Aceitabilidade. I. Salem, Renata Dinnies Santos. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciências e Tecnologia de Alimentos. III.T.

CDD: 637.3

TERMO DE APROVAÇÃO

NAIARA TAYS FRANCISCO FELÍCIO

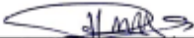
“Efeito da aplicação de coberturas biodegradáveis à base de amido nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de queijo duro”.

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre(a) no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a): Profa. Dra. Renata Dinnies Santos Salem - UEPG-PR



Profa. Dra. Renata Dinnies Santos Salem - UEPG-PR - Presidente



Prof. Dr. Paulo Ricardo Los - UNICESUMAR-PR - Membro Titular Externo



Profa. Dra. Deise Rosana Silva Simões - UEPG-PR - Membro Titular Interno



Prof. Dr. Alessandro Nogueira - UEPG-PR - Membro Titular Interno

Profa. Dra. Camila Delisnki Bet - UNICESUMAR-PR - Membro Suplente Externo

Ponta Grossa, 10 de novembro de 2023.

Dedico a Deus, Bernardo, Anny e ao meu companheiro de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus e aos meus filhos,

À minha orientadora Profa. Dra. Renata Dinnies Santos Salem, pela paciência, incentivo, conselhos e toda atenção a minha dissertação.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da (UEPG) pela colaboração de informações.

Profa. Dra. Deise Rosana Silva Simões, Prof. Dr. Alessandro Nogueira e Prof, Dr. Paulo Ricardo Los pelas contribuições na minha dissertação.

Às minhas amigas do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da (UEPG) que me apoiaram e incentivaram em todo processo na elaboração da minha dissertação.

À minha amiga e técnica de laboratório Denise Maria Mendes por me aconselhar, e segurar na minha mão para nunca desistir.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por conceder a bolsa de estudo, dessa forma tornando a elaboração do trabalho possível.

Nascer sabendo é uma limitação porque obriga a apenas repetir e nunca, a criar, inovar, refazer, modificar. Quanto mais se nasce pronto, mais refém do que já se sabe e, portanto, do passado; aprender sempre é o que mais impede que nos tornemos prisioneiros de situações que, por serem inéditas, não saberíamos enfrentar.
(Mario Sergio Cortella)

RESUMO

No processo de maturação do queijo pode ocorrer a contaminação de microorganismos indesejáveis acarretando muitas vezes perdas no processamento. Uma alternativa é embalar os queijos a vácuo com embalagem derivadas do petróleo, gerando um impacto negativo ao meio ambiente. Dessa forma a aplicação de coberturas no queijo pode ser interessante como alternativa de substituição aos materiais plásticos. O presente trabalho objetivou estudar a elaboração e aplicação de cobertura à base de amido de mandioca e óleo essencial de orégano (*Origanum Vulgare*) em queijo duro e também o efeito nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto obtido. Os parâmetros analisados no queijo foram teor de umidade, perfil de textura, cor, pH, proteína, cinzas, gordura e índice de extensão e profundidade de proteólise. Para avaliação microbiológica foram identificadas as culturas de bolores e leveduras e contagem total. As análises sensoriais utilizadas foram *Check-all-that-apply* (CATA) e aceitabilidade. Para a caracterização do óleo essencial foi avaliada atividade antioxidante (DPPH e ABTS), compostos fenólicos totais e concentração inibitória mínima (CIM). Os resultados apresentam diminuição na luminosidade interna e externa nos queijos (16,38% CT - controle, 16,00 AM - Amido e 15,17 OE – óleo essencial) durante a maturação. A cor externa demonstrou que o ângulo Hue no final da avaliação ficou entre 78,23 e 75,63, indicativo de coloração amarela. Resultados de dureza para o CT no dia 0 foram 613,15 N, e no final da maturação o queijo AM apresentou menor dureza entre os tratamentos de 3055,09g ($p \leq 0,05$), a mastigabilidade também foi menor no dia 30 para o AM valor de 936 g. O conteúdo de umidade inicial do queijo foi 49,68% e ocorreu a diminuição para todos os queijos sendo 39,55% para CT, 39,62% AM e 37,23% OE. Nota-se a diminuição de aW no período do ensaio, sendo redução de 4,08% CT, 3,02% AM e 3,70% OE. O queijo revestido com o óleo essencial foi associado no CATA como sabor pizza e sabor orégano, e teve uma boa aceitabilidade, assim como o queijo AM. A pesquisa demonstrou vantagens na aplicação de revestimentos biodegradáveis de amido de mandioca, uma vez que esse revestimento concede propriedades de barreira ao produto. A incorporação do óleo essencial de orégano na matriz polimérica do amido resultou no atraso da deterioração microbiana, e acrescentou características de sabor no produto. Portanto, a sua utilização é viável como alternativa natural na preservação do queijo duro.

Palavras-chave: Vida útil. Mandioca. Óleo essencial. *Origanum vulgare*. aceitabilidade.

ABSTRACT

During the ripening process, cheese can become contaminated with undesirable microorganisms, often leading to processing losses. One alternative is to vacuum-pack cheeses with petroleum-based packaging, which has a negative impact on the environment. The application of coverings to cheese could therefore be an interesting alternative to plastic materials. The aim of this work was to study the preparation and application of a coating based on cassava starch and oregano essential oil (*Origanum Vulgare*) on hard cheese, as well as its effect on the physicochemical, microbiological and sensory characteristics of the product obtained. The parameters analyzed in the cheese were moisture content, texture profile, color, pH, protein, ash, fat and index of extent and depth of proteolysis. For the microbiological assessment, mold and yeast cultures and total counts were identified. The sensory analyses used were Check-all-that-apply (CATA) and acceptability. To characterize the essential oil, antioxidant activity (DPPH and ABTS), total phenolic compounds and minimum inhibitory concentration (MIC) were evaluated. The results show a decrease in the internal and external brightness of the cheeses (16.38% CT - control, 16.00 AM - starch and 15.17 OE - essential oil) during ripening. The external color showed that the Hue angle at the end of the evaluation was between 78.23 and 75.63, indicating a yellow color. The hardness results on day 0 were 613.15 CT, and at the end of ripening the cheese with AM had the lowest hardness among the treatments of 3055.09g ($p \leq 0.05$), chewiness was also lower on day 30 for AM with a value of 936g. The initial moisture content of the cheese was 49.68% and there was a decrease for all the cheeses, 39.55% for CT, 39.62% for AM and 37.23% for OE. Note the decrease in aW during the test period, with a reduction of 4.08% for CT, 3.02% for AM and 3.70% for OE. The cheese coated with essential oil was associated with pizza flavor and oregano flavor in the CATA and was well accepted, as was the AM cheese. With regard to the ripening index of the coated cheeses, it can be seen that there was a delay in the depth of proteolysis and in the extension index, and one of the reasons may be the influence on the activity of the protease enzyme. Research has shown advantages in the application of biodegradable cassava starch coatings, since this coating gives the product barrier properties. The incorporation of *Origanum Vulgare* essential oil into the starch polymer matrix resulted in the delay of microbial deterioration and added flavor characteristics to the product. Therefore, its use is viable as a natural alternative for preserving hard cheese.

Keywords: Shelf life. Cassava. Essential oil. *Origanum vulgare*. acceptability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados de volume de produção de queijos no mundo.....	16
Figura 2. Volume médio per capita no mercado global.	16
Figura 3. Ranking de produção mundial de queijos.	17
Figura 4. Principais países de destino das exportações de queijos do Brasil em 2019.	18
Figura 5. Ruptura da membrana em uma célula bacteriana causada por OE levando à inibição do crescimento bacteriano. K^+ é íon potássio e H^+ é íon hidrogênio.	29
Figura 6. Infraestrutura da linha de processamento de queijos (ETLQueijos).....	33
Figura 7 Tratamento térmico do leite em tanque encamisado.....	34
Figura 8 Corte da massa em cubos utilizando liras.	34
Figura 9 Drenagem do soro na massa.....	34
Figura 10 Câmara de maturação dos queijos duros.....	34
Figura 11. Solução de revestimento para a submersão dos queijos.....	38
Figura 12. Processo de secagem da cobertura dos queijos.....	38
Figura 13. Determinação da concentração inibitória mínima de cepas de <i>Staphylococcus aureus</i>	40
Figura 14. Texturômetro TA.XT Plus	43
Figura 15. Curva de crescimento de contagem total bacteriana nos queijos controle e com revestimento.	55
Figura 16. Curva de crescimento de bolores e leveduras nos queijos.	56
Figura 17. Representação bidimensional da correlação das amostras e atributos.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação geral de queijos em função do percentual de gordura no extrato seco e de umidade, conforme Portaria nº 146 /1996 do MAPA.....	19
Tabela 2. Pesquisas relacionadas a revestimentos biodegradáveis em queijos.	23
Tabela 3. Características dos grânulos de amido de diferentes espécies vegetais.....	25
Tabela 4. Avaliação físico-químicas do queijo duro com diferentes coberturas.....	48
Tabela 5. Avaliação de extensão (% de nitrogênio solúvel em pH 4,6%) e profundidade de proteólise (% de nitrogênio solúvel a TCA 12%) na maturação no queijo duro com diferentes coberturas.....	50
Tabela 6. Análise de perfil de textura dos queijos duros com diferentes tipos de cobertura ao longo da maturação.....	52
Tabela 7. Avaliação da cor interna do queijo duro com diferentes coberturas.	53
Tabela 8. Análise cor externa do queijo duro com diferentes coberturas.....	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABTS	Ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico
AM	Amido de mandioca
ANOVA	Análise de variância
BHA	Butil-hidróxi anisol
BHT	Butil-hidróxi tolueno
CATA	<i>Check-all-that-apply</i>
CIM	Concentração inibitória mínima
CLSI	<i>Clinical Laboratory Standards Institute</i>
CT	Queijo sem cobertura
DPPH	1,1-difenil-2-picrilhidrazil
LPL	Lipoproteína lipase
NSLAB	Bactérias lácticas não iniciadoras
OE	Óleo essencial de <i>Origanum vulgare</i>
pH	Potencial hidrogeniônico
TCA	Ácido tricloroacético
TROLOX	Ácido 6-hidróxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-carboxílico
UV	Ultravioleta
UV-VIS	Ultravioleta visível

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 HISTÓRIA DA PRODUÇÃO DO QUEIJO	15
3.2 PANORAMA DO MERCADO INTERNACIONAL E NACIONAL DE QUEIJOS	16
3.3 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS QUEIJOS	18
3.4 QUEIJO DURO.....	19
3.5 MATURAÇÃO.....	20
3.5.1 Proteólise.....	20
3.5.2 Lipólise.....	20
3.5.3 Glicólise.....	21
3.6 REVESTIMENTO BIODEGRADÁVEL.....	22
3.6.1 Amido.....	25
3.6.1.1 Fécula de Mandioca.....	26
3.6.2 Óleo Essencial	27
3.6.2.1 Efeito Antimicrobiano de Óleo Essencial.....	28
3.6.2.2 Óleo Essencial de Orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	29
3.7 ANÁLISE SENSORIAL EM QUEIJOS	30
3.7.1 <i>Check-All-That-Apply</i> (CATA)	31
3.7.2 Teste de Aceitabilidade	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
4.1 MATERIAIS	33
4.2 PRODUÇÃO DO QUEIJO DURO	33
4.3 DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DA COBERTURA BIODEGRADÁVEL	36
4.4 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>ORIGANUM VULGARE</i> (OEO)	38
4.4.1 Compostos Fenólicos Totais.....	38
4.4.2 Atividade Antioxidante	39
4.4.2.1 Inibição do Radical DPPH.....	39

4.4.2.2 Captura do Radical ABTS	39
4.5 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM)	40
4.6 CARACTERIZAÇÃO DOS QUEIJOS	40
4.6.1 Avaliação Físico-Química dos Queijos	41
4.6.2 Índices de Maturação.....	41
4.6.3 Perfil de Textura	41
4.6.4 Cor Instrumental.....	43
4.6.5 Análise Microbiológica	44
4.6.6 Análise Sensorial	44
4.6.7 Análise Estatística.....	45
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE <i>ORIGANUM VULGARE</i>	46
5.1.1 Concentração Inibitória Mínima.....	47
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS QUEIJOS	47
5.2.1 Avaliação Físico-Químicas.....	47
5.2.2 Índice de Maturação	49
5.2.3 Perfil de Textura	51
5.2.4 Análise de Cor Interna e Externa.....	52
5.2.5 Avaliação Microbiológica	54
5.2.6 Análise Sensorial	56
5.2.6.1 Teste de Aceitabilidade.....	56
5.2.6.2 <i>Check-All-That-Apply</i>	57
6 CONCLUSÃO.....	59
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A – FICHA SENSORIAL	69
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	70
ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE QUÍMICA	72

1 INTRODUÇÃO

Segundo a plataforma STATISTA, especializada em coleta e visualização de dados, que oferece estatísticas e relatórios do mercado mundial, o volume de mercado global de queijos deve chegar a 24,04 bilhões de kg até 2028. No mercado nacional, o queijo duro é um produto altamente consumido e de acordo com a Portaria nº 146 de 07 de março de 1996, entende-se por queijo maturado o que passou por alterações bioquímicas e físicas necessárias, e pode ser classificado pelo conteúdo de matéria gorda no extrato seco e conteúdo de umidade.

À medida que processo de maturação avança, o queijo passa por transformações bioquímicas responsáveis pelas características de sabor, aroma e textura. Entretanto, durante a maturação, pode ocorrer a contaminação com micro-organismos indesejáveis para o processo, acarretando muitas vezes em perdas no processamento. Uma alternativa que as empresas utilizam para diminuir essa contaminação é embalar os queijos a vácuo com embalagens derivadas do petróleo, gerando um impacto negativo ao meio ambiente por não ser de fonte renovável.

Dessa forma, vem sendo estudada a aplicação de coberturas biodegradáveis no queijo como alternativa de substituição aos materiais plásticos. A cobertura é viável para o estudo de influências nas características físicas e sensoriais durante a maturação, e os componentes naturais vêm sendo utilizados de maneira ampla incluindo as proteínas, polissacarídeos e lipídios de forma combinada ou isolada. Os estudos sugerem a eficiência na conservação da estabilidade oxidativa, compostos de sabor, aromas e diminuição do crescimento microbiano.

As coberturas podem ser combinadas com óleos essenciais para agregar o efeito antimicrobiano, e uns dos óleos essenciais que tem se mostrado relevante para aplicação devido a compatibilidade de sabor e a preservação do produto é o extraído do orégano (*Origanum vulgare*). Dessa forma, entende-se a importância de estudar o efeito da aplicação de coberturas no processo de maturação em queijos duros, e a influência nas características químicas, físicas, microbiológicas e como intensificador de sabor na percepção dos consumidores.

Diante desse contexto o presente trabalho objetivou estudar a elaboração e aplicação de cobertura à base de amido e óleo essencial de orégano em queijo duro e também o efeito nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto obtido.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da aplicação de cobertura biodegradável comestível, à base de amido e óleo essencial de orégano, nas características de queijo duro.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito antimicrobiano do óleo essencial de *Origanum vulgare*, por meio da determinação da concentração inibitória mínima (CIM);
- Elaborar coberturas biodegradáveis comestíveis à base de amido e adicionada óleo essencial de *Origanum vulgare*;
- Realizar a produção do queijo duro e posteriormente aplicar as coberturas;
- Avaliar as características físico-químicas, textura, cor, índices de maturação e qualidade microbiológica dos queijos durante a maturação;
- Realizar a análise sensorial dos queijos por meio de teste de aceitabilidade e CATA (*Check-all-that-apply*), para avaliar as características do produto perante o consumidor.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 HISTÓRIA DA PRODUÇÃO DO QUEIJO

A utilização de queijo na dieta humana tornou-se estabelecida nas antigas civilizações do Oriente Médio, e a motivação seria converter os principais constituintes do leite no ponto de vista de estabilidade, armazenamento e facilidade de transporte. E apesar da coagulação do leite pela produção de ácido láctico ter sido acidental, ocorreu que essa inovação se tornou um marco histórico na humanidade, e trouxe à tona outras evoluções tecnológicas importantes (Gobbetti; Neviani; Fox, 2018).

Acredita-se que o queijo tenha evoluído no “Crescente Fértil” entre o Tigre e o Rios Eufrates, no Iraque, há cerca de 8.000 anos, durante a “Revolução Agrícola”, quando certas plantas e animais foram domesticados. Entre os primeiros animais domesticados estão as cabras e ovelhas; estes eram usados para fornecer carne, leite, peles e lã. O gado era mais difícil de domesticar; o gado selvagem era muito maior e mais feroz do que o gado moderno e também eram menos adequados para o árido Oriente Médio do que cabras e ovelhas. O gado foi inicialmente utilizado principalmente como animal de trabalho e não como uma importante fonte de leite há relativamente pouco tempo. O valor nutritivo do leite produzido por animais domesticados foi logo reconhecido e o leite e seus derivados tornaram-se componentes importantes da dieta humana (Fox *et al.*, 2017).

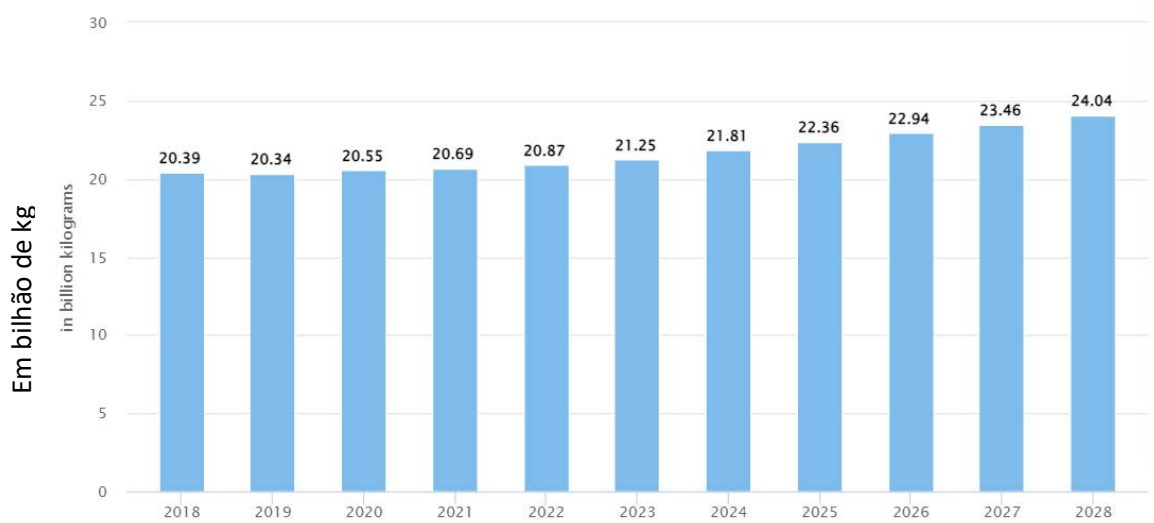
Grande parte dos queijos produzidos no Brasil são influências de práticas europeias de fabricação de queijos, incluindo Portugal, Espanha e países não ibéricos, como Holanda, Dinamarca, Grécia, França, Itália e Suíça. O conhecimento desses imigrantes gerou um perfil único de fermentados no Brasil ao longo dos últimos quatro séculos. A maioria dos produtos lácteos, incluindo o queijo, foi preparada na tentativa de reproduzir os produtos do Velho Mundo na América Latina (Penna *et al.*, 2021).

No entanto, com base na especificidade das condições climáticas e de infraestrutura da América Latina, alimentação animal, raça dos animais leiteiros, qualidade do leite cru, microbiota, entre outros fatores, era impossível reproduzir o mesmo queijo europeu, com isso novas variedades de queijos foram desenvolvidas. Os queijos artesanais brasileiros são produtos únicos e representam o patrimônio e a identidade das diferentes regiões brasileiras (Penna *et al.*, 2021).

3.2 PANORAMA DO MERCADO INTERNACIONAL E NACIONAL DE QUEIJOS

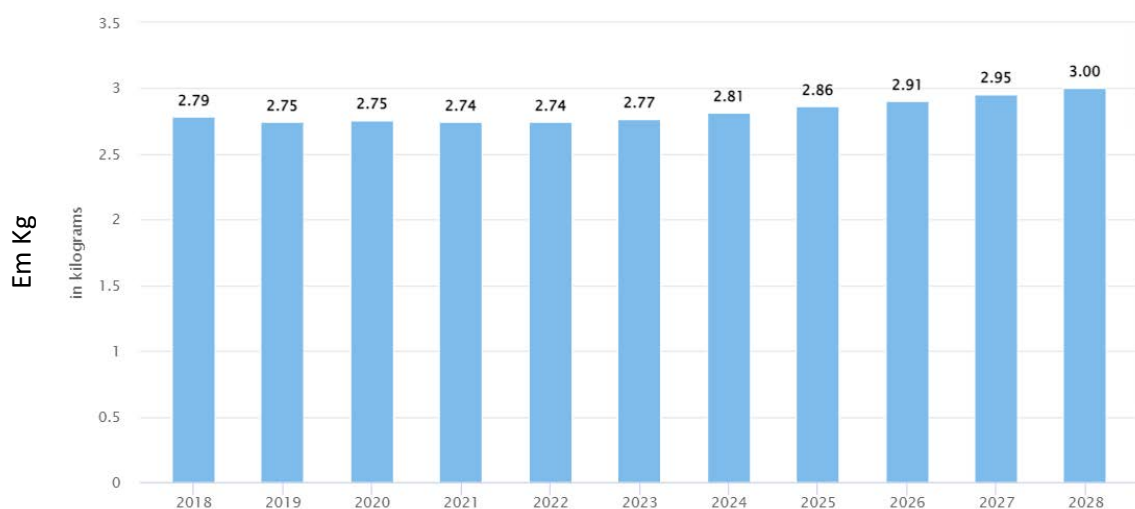
Segundo a plataforma STATISTA especializada em coleta e visualização de dados, que oferece estatísticas e relatórios do mercado mundial, o volume de mercado global de queijos deve chegar a 24,04 bilhões de kg até 2028 (Figura 1). O mercado deve apresentar um crescimento de volume de 2,6% em 2024, e espera-se que o volume médio de consumo por pessoa no mercado de queijos seja de 2,77 kg em 2023 (Figura 2).

Figura 1. Dados de volume de produção de queijos no mundo.



Fonte: STATISTA RESEARCH DEPARTMENT (2023).

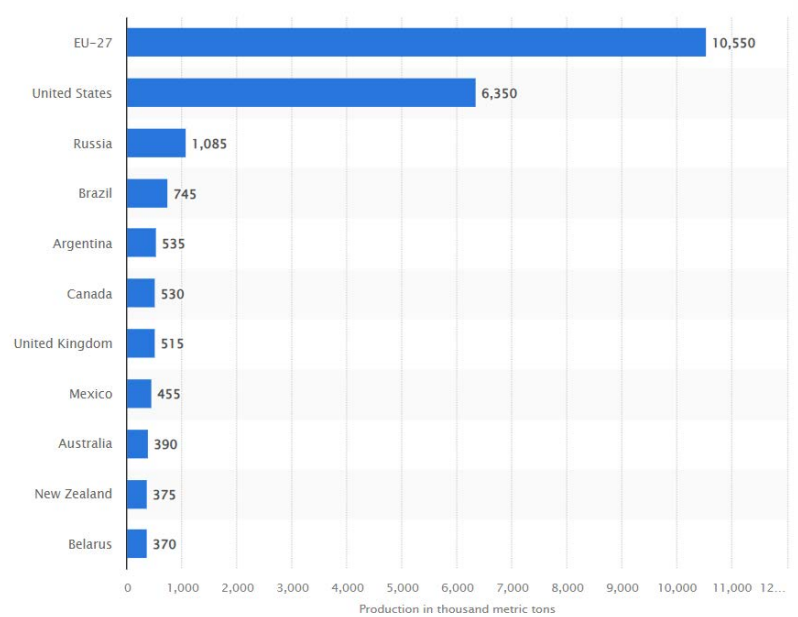
Figura 2. Volume médio per capita no mercado global.



Fonte: STATISTA RESEARCH DEPARTMENT (2023).

Os dados de produção mundial mostram que o Brasil se encontra na quarta posição de produção de queijo (Figura 3). A maior parte das vendas no Brasil concentra-se em produtos como muçarela, queijo prato e outros queijos semiduros, que juntos representam cerca de 70% de todas as vendas (USDA, 2023).

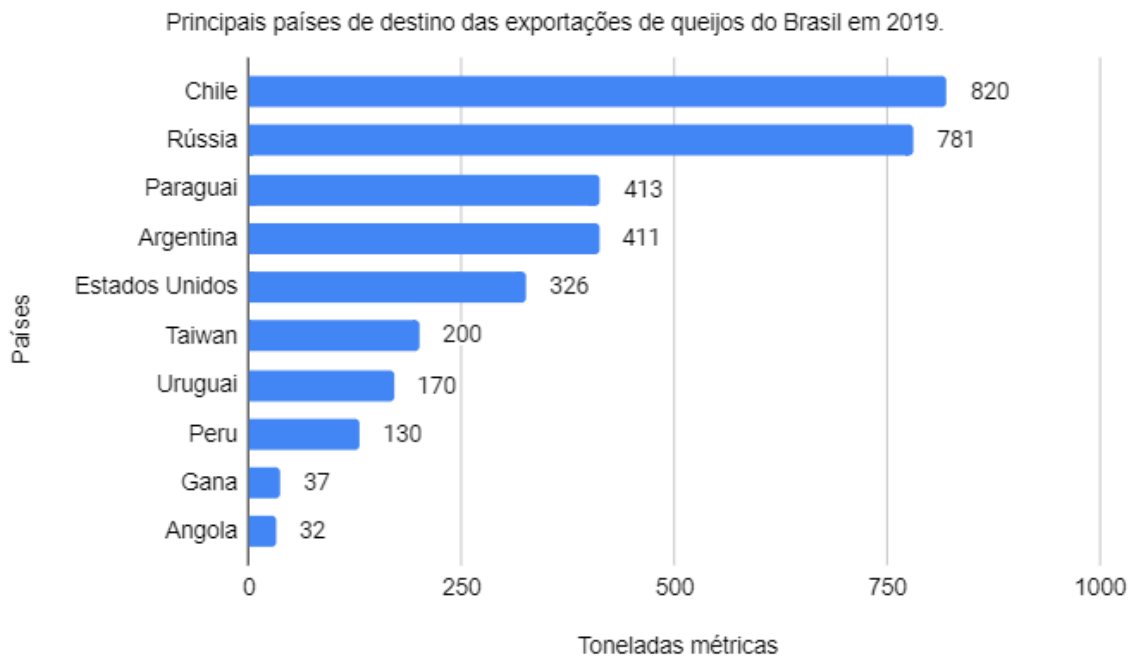
Figura 3. *Ranking* de produção mundial de queijos.



Fonte: STATISTA RESEARCH DEPARTMENT (2023).

As exportações globais de queijo ficaram em quase 2,6 milhões de toneladas, um aumento de 4,9%, em 2019. A demanda de importação aumentou para países como Rússia, Japão, República da Coreia, China, Estados Unidos e Canadá. Em contraste, vários outros países reduziram suas compras, incluindo Iraque, Chile, México, Kuwait, Austrália e Brasil. As exportações de queijos do Brasil somaram aproximadamente 3,4 mil toneladas em 2019 (Figura 4), das quais 820 toneladas tiveram como país de destino o Chile. As exportações brasileiras de queijos para a Rússia somaram 781 toneladas (STATISTA RESEARCH DEPARTMENT, 2021).

Figura 4. Principais países de destino das exportações de queijos do Brasil em 2019.



Fonte: STATISTA RESEARCH DEPARTMENT (2021).

Os principais derivados produzidos pela indústria de laticínios brasileira são os queijos (Prato e Muçarela), leite UHT e leite em pó (integral e desnatado). Com relação indagações a que norteiam a internacionalização dos lácteos do Brasil, o país tem a capacidade de exportar sua produção com volumes significativos (Camilo, 2018).

3.3 DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS QUEIJOS

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 bactérias específicas, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (Brasil, 1996).

O queijo pode ser classificado por diferentes critérios como: tipo de agente coagulante (enzima ou ácido); umidade (muito duro, duro, semi-duro, semi-macio, macio); fresco ou maturado; tipo de microbiota (bactérias e/ou fungos filamentosos que atuam internamente ou

na superfície de queijos, bactérias propiônicas), e a espécie de animal que se origina o leite (Mcsweeney *et al.*, 2017).

3.4 QUEIJO DURO

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) dos Queijos (Brasil, 1996) classifica os queijos produzidos no Brasil quanto ao seu teor percentual de umidade e gordura no extrato seco (GES) conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação geral de queijos em função do percentual de gordura no extrato seco e de umidade, conforme Portaria nº 146 /1996 do MAPA.

% Gordura no extrato seco	Classificação
Mínimo 60,0%	Queijo extra gordo ou duplo creme
45,0 – 59,9%	Queijo gordo
25,0 – 44,9%	Queijo semigordo
10,0 – 24,9%	Queijo magro
Máximo 10,0%	Queijo desnatado
% Umidade	Classificação
Máximo 35,9%	Queijo de baixa umidade
36,0-45,9%	Queijo de média umidade
46,0-54,9%	Queijo de alta umidade
Mínimo 55,0%	Queijo de muita alta umidade

Fonte: Brasil (1996).

O queijo duro é um queijo de massa semi-cozida ou cozida, que começou a ser fabricado primeiramente no Brasil, na década de 1920 (Furtado; Neto, 1994). O fluxograma 1 exemplifica as etapas do processo de fabricação do queijo duro.

3.5 MATURAÇÃO

3.5.1 Proteólise

A proteólise é o principal evento durante a maturação da maioria das variedades de queijo. Essencialmente, o padrão de proteólise é único para cada variedade de queijo devido às diferenças na composição do leite e práticas de fabricação (tempo/temperatura), que especificam o teor de umidade, pH e a atividade de enzimas proteolíticas (Gobbetti; Neviani; Fox, 2018).

A proteólise contribui para a alteração da textura do queijo durante a maturação devido à hidrólise de caseínas na coalhada, causando a diminuição na atividade de água e afetando o sabor do queijo pela formação de pequenos peptídeos e aminoácidos, através de bactérias iniciadoras, culturas secundárias, NSLAB, bolores e leveduras. A proteólise tem associações diretas com o desenvolvimento de textura, sabor e aroma no processo de maturação (Papademas; Bintsis, 2017).

A proteólise é a mais complexa das três vias bioquímicas envolvidas na maturação do queijo, principalmente devido à diversidade de potenciais reações enzimáticas e químicas envolvidas. Em termos simples, a proteólise é iniciada pela ação do coagulante na caseína e subsequentemente pela ação das proteinases na parede celular das bactérias, do ácido láctico e pela atividade enzimática intracelular (Papademas; Bintsis, 2017).

A proteólise primária é o processo em que as caseínas sofrem a hidrólise inicial pela quimosina e enzimas presentes no leite, como a plasmina e a catepsina D (Mcsweeney; Fox, 2013), e a proteólise secundária é o processo em que os produtos da proteólise primária são posteriormente hidrolisados em peptídeos e aminoácidos por atividade de proteases e peptidases de bactérias iniciadoras e não iniciadoras (Sousa *et al.*, 2001).

3.5.2 Lipólise

O sabor típico do queijo pode ser atribuído pela distribuição dos ácidos graxos de cadeia curta dentro dos triglicerídeos. Os ácidos graxos têm um impacto direto no sabor de muitas variedades de queijo, em particular, os ácidos de cadeia curta C4-C10 que possuem forte perfil sensorial de aroma. Os níveis de ácidos graxos variam consideravelmente entre as variedades.

Além de seu papel direto no sabor do queijo, os ácidos graxos são precursores importantes para a produção de outros compostos aromáticos voláteis durante a maturação (Paul *et al.*, 2017).

O leite de vaca contém uma lipoproteína lipase (LPL), que contribui para a lipólise no queijo durante a maturação. A atividade da LPL é mais importante no queijo produzido com leite cru do que naquele produzido com leite pasteurizado, porque a enzima é amplamente inativada pela pasteurização. A ação da lipase libera os ácidos graxos dos triglicérides da estrutura por meio da lipólise, e os ácidos graxos de cadeia curta se tornam voláteis com o potencial para sabores assertivos. As concentrações relativas de ácidos graxos variam de espécie para espécie e também entre as raças (Donnelly *et al.*, 2017).

Os sabores dos queijos podem variar dependendo de um número de fatores: as influências do solo, água, pasto, raça, clima, variedades e quantidades de culturas, culturas auxiliares, tipo de coagulante, dose de coagulante e os processos de fabricação. Os tratamentos térmicos podem desnaturar as proteínas, reduzindo sua capacidade de quelação de minerais que conferem sabor. A pasteurização inativa a maior parte da lipase nativa e impede o desenvolvimento de sabor e aroma em um queijo curado. As bactérias lácticas não iniciadoras (NSLAB) contêm enzimas que influenciam a taxa de desenvolvimento de sabor no queijo maturado (Donnelly *et al.*, 2017).

O coalho usado como coagulante em certas variedades de queijo no mediterrâneo, contém uma potente lipase, a esterase pré-gástrica, que é responsável pela lipólise em queijos, como as variedades Provolone e Pecorino (Paul *et al.*, 2017).

3.5.3 Glicólise

Durante o processo de fabricação de queijos, a lactose é convertida em ácido láctico pela ação das bactérias lácticas. Já o ácido láctico pode ser metabolizado e dar origem a outros compostos. Com a produção de ácido, ocorre redução do pH da massa que pode alcançar valores que variam de 4,5 a 5,2, dependendo do tipo de queijo (Fox *et al.*, 2017).

Embora 98% da lactose seja removida do soro, a lactose residual é metabolizada rapidamente, predominantemente em L-lactato, principalmente através da atividade das bactérias iniciadoras. A homofermentação envolve a via glicolítica; cepas como *Lactococcus lactis* utilizam a via glicolítica para gerar L-lactato, enquanto *Lactobacillus helveticus* ou *Streptococcus thermophilus* gera L- e DL-lactato. Heterofermentadores como *Leuconostoc* e algumas espécies de *Lactobacillus* convertem lactose em glicose ou galactose-6-fosfato. A

glicose pode ser oxidada a piruvato, que pode ser convertido nos importantes compostos de sabor de queijo como lactato, diacetil, acetoina, acetaldeído e etanol (Mcsweeney *et al.*, 2017).

3.6 REVESTIMENTO BIODEGRADÁVEL

A embalagem é uma etapa essencial para produtos alimentícios perecíveis, a fim de estender sua vida útil, reduzir sua pós-contaminação e garantir sua segurança durante a comercialização. Além disso, a embalagem pode desempenhar um papel efetivo na aceitabilidade e comercialização do produto (Youssef; El-sayed, 2018).

O consumidor busca por alimentos de maior qualidade e segurança, e isso levou ao desenvolvimento de revestimentos e filmes. Segundo Fellows (2019), filmes comestíveis são produzidos a partir de diversos materiais naturais, incluindo hidrocoloides, baseados em proteínas animais e vegetais, como as proteínas do soro de leite, caseína, soja, milho, leguminosas, polissacarídeos como derivados de celulose, carragena, quitosana, pululana, alginatos ou amidos, lipídios como as ceras, goma-laca, ácidos graxos, e polímeros sintéticos como, por exemplo, o acetato de polivinila.

O emprego de revestimentos comestíveis protetores, mesmo sendo um processo em desenvolvimento, tem apresentado, nas últimas décadas, resultados significativos, como uma prática de auxiliar na conservação de produtos perecíveis e daqueles minimamente processados. As características de uma cobertura, para que responda de forma satisfatória como barreira, dependem não somente do material em si, mas do produto a ser revestido, cuja fisiologia tem papel relevante nas condições de conservação (Assis; Britto, 2014).

O revestimento constitui uma embalagem primária, pois está diretamente em contato com o alimento. Esse tipo de revestimento ainda não possibilita eliminar o uso de embalagens secundárias e terciárias oriundas de materiais convencionais, mas ainda assim, exerce uma atuação coadjuvante contribuindo para manutenção da textura e valor nutricional dos alimentos (Assis; Britto, 2014).

Até o ano de 2023 no Brasil não existe legislação específica relacionada a filmes e coberturas comestíveis, porém quando adicionados com o intuito de melhorar o aspecto nutricional é considerado ingrediente. Caso a intenção seja apenas a conservação se enquadra em aditivo alimentar, e deverá obedecer ao regulamento técnico: aditivos alimentares - definições, classificação e emprego, Instrução Normativa (IN) nº. 211, de 1º. de março de 2023, que estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os

aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos (Brasil, 2023).

Em geral, filmes e revestimentos comestíveis podem ser utilizados para minimizar deteriorações induzidas pela luz, como controle de reações deteriorativas induzidas por oxigênio (oxidação lipídica), menor perda de umidade, prevenção do crescimento de microrganismos aeróbicos e transmissão de vapor de água para preservar o peso do queijo, que é economicamente importante (Jafarzadeh; Jafari, 2021). Os revestimentos são matrizes poliméricas que tem como objetivo preservar as características dos alimentos, reduzem o desperdício de embalagens ao permitirem a utilização de embalagens mais finas ou mais simples, regulam as trocas gasosas, melhoram as características nutricionais e sensoriais dos alimentos. Existem estudo sobre as combinações de conservantes nas formulações dos revestimentos, exemplos antimicrobiano e antioxidantes. O revestimento permite que o aditivo seja liberado lentamente, aumentando sua ação por mais tempo e mantendo sua concentração na superfície. O queijo por ser um produto de alto nutricional e um alimento muito consumido no Brasil é de extrema importância investir em novas tecnológicas para melhorar a preservação desse alimento. Nos últimos anos surgiram várias pesquisas em torno de revestimento comestível para queijos, para preservação das características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais e apresentam resultados bem significativos, como pode ser observado na Tabela 2.

O levantamento dessa pesquisa mostra a efetividade da aplicação de coberturas biodegradáveis em queijos, principalmente no âmbito microbiológico, retardando o crescimento dos microrganismos no período de maturação, dessa forma aumentando a vida útil do produto. Dependendo da composição da cobertura pode-se agregar características sensoriais e preservar características nutricionais importantes.

Tabela 2. Pesquisas relacionadas a revestimentos biodegradáveis em queijos.

Autor	Queijos	Tempo de avaliação (dias)	Matéria prima de Cobertura	Principais resultados
Di Pierro et al. (2011)	Ricota	30	Quitosana / Soro de leite liofilizado	↓Crescimento mesófilos e psicrotróficos.
Yilmaz; Dagdemir (2012)	Kashar	120	Cera de abelha	↓Crescimento de fungos e reduziu a formação de uma camada de casca

				espessa consequentemente menor perda de umidade.
Principato et al. (2018)	Cosacavaddu ibleo	60	Gluconodeltalactona	Método de imersão é melhor para a ação protetora contra poeira e fissuras por mais de 60 dias.
Youssef et al. (2019)	Ras	90	Quitosana / álcool polivinílico / glicerol, adição (NPs de TiO ₂)	O material contendo 2% de TiO ₂ -NPs evitou o crescimento de mofo na superfície do queijo,
Yangılara; Yıldız (2015)	Kashar	90	Caseína / natamicina	↓ Crescimento de fungos, valores decrecentes do índice de maturação, e bem aceito sensorialmente.
Ksouda et al. (2019)	Béja Siciliano	10	Alginato de sódio / glicerol / Óleo essencial de <i>Pimpinella saxifraga</i>	Melhor estabilidade oxidativa e bacteriana do queijo revestido, bem aceito na análise sensorial.
Zhong; Cavender; Zhao (2014)	Muçarela	14	Quitosana / alginato de sódio / isolado de proteína de soja	Os métodos de pulverização e pulverização eletrostática resultou em filme de espessura mais fina, a solução com alginato de sódio e glicerol resultou em características hidrofóbica na superfície do queijo.
Serna; Penna;	Minas Padrão	56	Zeína / glicerol / ácido oleico / Goma xantana	Preservação de cloretos, cinzas, proteínas e acidez,

Filho
(2016)

menor
contaminação
microbiológica e
diminuição da perda
de umidade.

Fonte: A autora (2023)

3.6.1 Amido

O amido é considerado o principal carboidrato presente nas sementes e nos tubérculos, sendo o milho, trigo, batata, mandioca e arroz, as principais fontes comerciais. Esse polissacarídeo está estruturado na forma de grânulos, contendo moléculas de glicose. Os grânulos de amido podem variar em tamanho, forma, estrutura e composição química, dependendo de sua origem botânica (Paula *et al.*, 2021), conforme observado na Tabela 3.

Tabela 3. Características dos grânulos de amido de diferentes espécies vegetais.

Origem Botânica	% amido (base seca)	Forma	Tamanho (μm)
Amaranto	55,0-60,0	Esférico poligonal	0,5-3,0
Arroz	76,0-90,0	Poliédrico	3,0-8,0
Aveia	56,0-60,0	Poligonal	18,0-29,0
Batata	10,0-25,0	Lenticular	10,0-110,0
Cevada	62,0-77,0	Lenticular e esférico	1,0-10,0/1,0-40,0
Mandioca	25,0-30,0	Oval	3,0-43,0
Manga	21,0-60,0	Elipsoidal	8,0-20,0
Milho	70,0-73,0	Poliédrico e esférico	7,0-25,0
Sorgo	57,0-77,0	Esférico	4,0-35,0
Trigo	65,0-77,0	Lenticular e esférico	2,0-10,0/10,0-35,0

Fonte: El Halal *et al.*, (2019); Kringel *et al.*, (2020); Paula *et al.*, (2021).

A proporção de amilose para amilopectina varia de acordo com a origem botânica do amido; a maior proporção do amido nativo tem um conteúdo de amilose entre 20% e 30%. Na amilose, os resíduos de glicose são ligados por ligações α - (1-4) glicosídicas e formam uma cadeia linear, com comprimento de 4 a 100 unidades de glicose. Da mesma forma que a amilose, a amilopectina é constituída por resíduos de glicose, que são ligados por ligações glicosídicas α - (1-4) e α - (1-6), formando uma estrutura não linear com muitos ramos, e o seu comprimento apresenta de 20 a 30 unidades de glicose (Chang *et al.*, 2021).

Algumas características dos grânulos de amido estão diretamente relacionadas com as propriedades funcionais e tecnológicas, sendo extremamente importantes para a área de alimentos. Dentre essas características, o tamanho e a forma dos grânulos, a relação de amilose/amilopectina, a quantidade e a natureza de seus outros componentes, podem alterar significativamente alguns importantes atributos, como a viscosidade, clareza da pasta, solubilidade, capacidade de retenção de água, inchamento, gelatinização e retrogradação, com impacto direto em suas aplicações na indústria de alimentos (Paula *et al.*, 2021).

Os filmes e coberturas à base de amido têm características de serem inodoros, transparentes e com baixa permeabilidade ao oxigênio, tornando uma opção favorável ao revestimento de frutas e vegetais (González *et al.*, 2019). Contudo, os filmes e coberturas à base de amido têm caráter hidrofílico e baixa propriedade mecânica, por essa razão opta-se por adicionar lipídios, plastificantes, emulsificantes e outros polissacarídeos melhorando a retenção de umidade, flexibilidade, extensibilidade e estabilidade (Sapper; Chiralt, 2018).

Dentre os compostos utilizados para gerar tais revestimentos e filmes, o amido é um dos mais utilizados por ser um polímero biodegradável, comestível, proveniente de fontes abundantes, renováveis, acessíveis e de baixo custo (Berti *et al.*, 2019). Em particular, a fécula de mandioca tem sido amplamente estudada na indústria de alimentos para ser usada como revestimento e para o desenvolvimento de plásticos biodegradáveis, devido às suas características promissoras, como boa capacidade de formação de filme, maior produção global, baixo custo e comestibilidade (Song *et al.*, 2018).

3.6.1.1 Fécula de Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma cultura de alto valor industrial em diversas regiões do mundo, incluindo América do Sul, Ásia e África, e ao lado do milho é considerada uma das principais fontes de amido. A produção de amido de mandioca está aumentando rapidamente (mais de 3% ao ano) e atualmente representa cerca de 7% do amido total produzido globalmente. Existem inúmeras vantagens na utilização da fécula de mandioca como base de filme, como boa capacidade de formação de filme, transparência, biodegradabilidade e não toxicidade (Matheus *et al.*, 2023).

Estudos recentes pesquisaram a utilização dos filmes de fécula de mandioca utilizando o glicerol como plastificante e incorporando outros materiais, a fim de melhorar as propriedades mecânicas e de barreira dos filmes. Pérez *et al.*, (2021) incorporaram zeína na matriz polimérica, e Berti *et al.*, (2021) adicionaram farelo de arroz processado para formar um

material compósito; Cuenca e Albani (2023), incorporaram natamicina para combinar as propriedades da fécula com o efeito antimicrobiano.

Contudo, para tornar este material mais competitivo e adequado para aplicação no setor de embalagens de alimentos, alguns estudos focam em estratégias que proporcionem maior resistência mecânica e de barreira dos filmes, como o uso de amido modificado e incorporação de outros componentes na solução formadora de filme, como plastificantes (glicerol e sorbitol), nanopartículas e outros biopolímeros, e polímeros sintéticos (Matheus *et al.*, 2023).

1.6.2 Óleo Essencial

Ao abordar a diminuição do fluxo de antibióticos, produtos naturais como óleos essenciais (OE) têm sido estudados como uma alternativa promissora. Várias culturas em todo o mundo usaram o OE para uso doméstico ou para a cicatrização de feridas. No início de 4.500 a.C., os antigos egípcios usavam óleos aromáticos para diferentes fins; no entanto, o primeiro registro do uso de óleos aromáticos foi entre 2.000 e 3.000 a.C. na medicina chinesa e indiana, que incluía o uso de centenas de substâncias para fins de cura. Entre 400 e 500 a.C., a Grécia documentou o uso de óleo essencial, como tomilho, hortelã-pimenta e açafraão (Elshafie; Camele, 2017).

Várias plantas são utilizadas para extração de OE tais como: *Origanum vulgare* (Orégano), *Eugenia caryophyllata* (Cravo), *Brassica juncea* (Mostarda), *Mentha piperita* (Hortelã), *Cinnamomum zeylanicum* (Canela), *Ocimum basilicum* (Manjeriço), *Zingiber officinale* (Gengibre), *Rosmarinus officinalis* (Alecrim), *Cymbopogon nardus* (Citronela), *Citrus limon* (Limão), entre outras espécies (Aljaafari *et al.*, 2021).

Os óleos essenciais, também conhecidos como óleos voláteis, são derivados de compostos aromáticos, que nos remetem a aroma, cheiro, odor, e de modo especial são encontrados nas plantas (Menezes *et al.*, 2017). O uso de óleo essencial tem algumas desvantagens, como sua baixa solubilidade em água e sua alta volatilidade e aroma intenso, que podem ter propriedades organolépticas desagradáveis após serem aplicados em produtos alimentícios (Ribes; Fuentes; Barat, 2019).

A estabilidade é outro problema associado ao uso de OE devido à sua natureza termolábil. Óleos essenciais são geralmente voláteis em temperatura ambiente e precisam ser armazenados em ambientes frescos e secos. A exposição a temperatura e umidade elevadas pode causar sua decomposição e, portanto, reduzir a eficácia como agentes antimicrobianos

(Aljaafari *et al.*, 2021). Recentemente, as ferramentas de encapsulamento foram relatadas para melhorar significativamente os problemas de estabilidade e reduzir a oxidação excessiva, perda de quantidade, mudança no aroma e interações com outros produtos químicos (Donsi *et al.*, 2011).

A incorporação de antimicrobianos em formulações de filmes pode regular a taxa de difusão no produto, proporcionando uma forma de manter altas concentrações do ingrediente ativo na superfície. O fato de restringir o aditivo à superfície também diminui a interação com componentes alimentares e/ou outros aditivos. Como consequência, filmes ou revestimentos com atividade antimicrobiana são uma forma auspiciosa de administração antimicrobiana em relação à preservação de alimentos (González *et al.*, 2019).

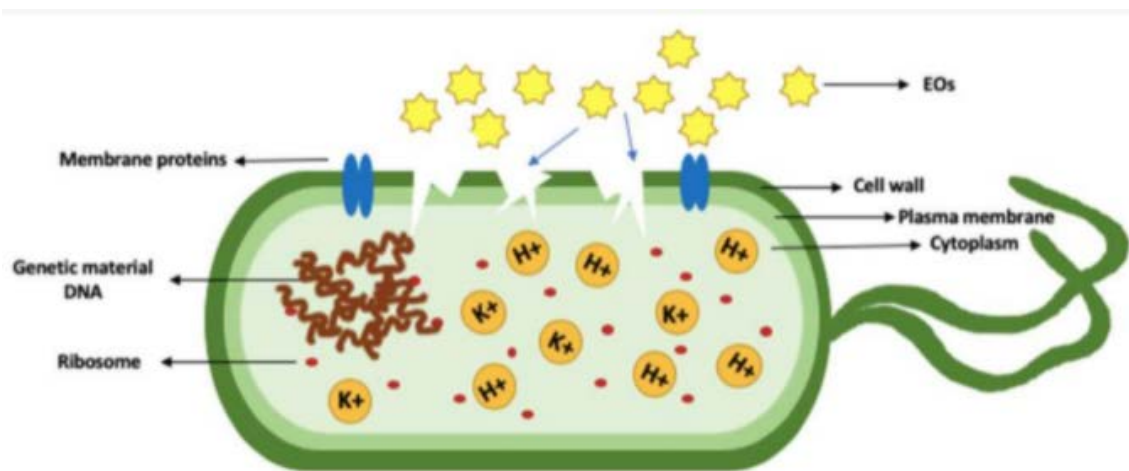
3.6.2.1 Efeito antimicrobiano de Óleo Essencial

Apesar de todos os aditivos sintéticos lançados no mercado, a conservação do alimento de forma natural continua sendo um alvo de pesquisa. Estudos para conter a deterioração microbiana (bactérias, bolores e leveduras) e deterioração oxidativa (peroxidação lipídica, nutricional e deficiência de cor) ainda são os principais desafios para as indústrias de alimentos. Um intervalo de conservantes sintéticos é atualmente usado para estender a vida útil de alimentos (Prakash; Kiran, 2016).

No entanto, com base em relatórios sobre o desenvolvimento de resistência, efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente, os óleos essenciais se tornaram uma solução viável por conter vários compostos bioativos (terpenos, terpenóides, fenilpropenos e fenólicos), muitas vezes tendo forte potencial antimicrobiano e antioxidante, podendo desempenhar um papel significativo no desenvolvimento de produtos ecológicos baseados em plantas conservantes de alimentos (Prakash; Kiran, 2016).

Os óleos essenciais podem ser úteis no retardo da deterioração dos alimentos, e também melhorar as propriedades organolépticas como o sabor, textura e valor nutricional dos alimentos (Prakash; Kiran, 2016). O modo de ação de cada composto do OE pode diferir, pois alguns atuam na membrana externa das bactérias e outros atuam no sistema de efluxo das proteínas da membrana. A hidrofobicidade do OE permite que eles penetrem na parede celular da bactéria, o que subsequentemente rompe a parede celular, causando aumento da permeabilidade e liberação de materiais intracelulares (Aljaafari *et al.*, 2021). O mecanismo de ação dos óleos essenciais nos microrganismos pode ser observado na Figura 5.

Figura 5. Ruptura da membrana em uma célula bacteriana causada por OE levando à inibição do crescimento bacteriano. K^+ é íon potássio e H^+ é íon hidrogênio.



Fonte: Aljaafari *et al.*, (2021).

Os óleos essenciais demonstram ser eficazes como antioxidante, antimicrobiano e em alguns casos contribuem para melhoramento sensorial no produto. Existem estudos sobre o efeito da utilização dos óleos essenciais em produtos lácteos, como por exemplo o óleo essencial de orégano devido suas propriedades químicas e sensoriais. Guardian *et al.*, (2017) estudaram a capacidade inibitória de OE incorporado em filme biodegradável de proteína do soro em queijo *blanco* contra espécies de bolores e leveduras e os resultados demonstraram efeito antimicrobiano.

3.6.2.2 Óleo Essencial de Orégano (*origanum vulgare*)

O *Origanum vulgare* é a espécie mais conhecida de orégano, nativa da região do mediterrâneo e hoje é uma das especiarias mais comercializadas e consumidas no mundo (Lukas, 2015). Diferentes quantidades de compostos constituem o óleo essencial de orégano, como hidrocarbonetos monoterpênicos (α -pineno, β -pineno, p-cimeno), sesquiterpenos (β -

cariofileno), linalol, terpinen-4-ol e fenóis (carvacrol e timol). O principal componente do óleo essencial de orégano, o carvacrol, representa até 68% da composição total do óleo (Suntres; Coccimiglio; Alipour, 2015).

Diversos estudos constataram o efeito antimicrobiano no óleo essencial de *Origanum vulgare*, e essa ação antimicrobiana é atribuída a presença de componentes bioativos, principalmente compostos fenólicos. Esses compostos atuam na membrana celular das células bacterianas, causando ruptura e extravasamento do conteúdo intracelular (Kawase, 2013; Probst, 2012; Santos *et al.*, 2020).

Pesquisa realizada por Gurdian *et al.*, (2017) demonstrou que a incorporação do óleo essencial de orégano em filmes aplicados em queijo do tipo *Queso blanco* pode aumentar a barreira contra agentes pró-oxidantes (luz ultravioleta, oxigênio, radicais livres), quando comparado ao queijo sem a aplicação; os efeitos da incorporação influenciaram na menor contagem microbiana de bolores e leveduras.

Estudo de Souza *et al.*, (2016) relata que óleo essencial de *Origanum vulgare* é eficaz no controle de bactérias patogênicas como *S. aureus* e *L. monocytogenes*, em queijos semiduros, mas pode ter efeitos inibitórios no crescimento e sobrevivência da cultura inicial de ácido láctico (*Lactococcus*); as concentrações utilizadas devem ser cuidadosamente avaliadas em testes preliminares. Dessa forma os estudos sugerem que a combinação de óleo essencial em alimentos traz vantagens tecnológicas em relação a preservação microbiológica do produto.

3.7 ANÁLISE SENSORIAL EM QUEIJOS

As percepções e tendências do consumidor são aspectos importantes da pesquisa de mercado e de marketing, que são os principais insumos na melhoria de produtos e nos processos de desenvolvimento de novos produtos (Stancu *et al.*, 2022). A avaliação sensorial é um critério importante para avaliar mudanças feitas nas condições de processamento ou substituição, adição e/ou subtração de qualquer ingrediente da formulação original (Ahsan *et al.*, 2023).

Por definição, “a análise sensorial é a identificação, medição científica e interpretação das propriedades (atributos) de um produto conforme são percebidas através dos cinco sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição”. Contudo, o sabor, aparência e textura são os principais atributos das avaliações sensoriais de produtos alimentícios (Podder *et al.*, 2020)

A percepção do sabor do queijo não é determinada apenas pelo aroma; o sabor contribui para grande parte de sua intensidade e identidade do queijo, pois onde há uma mistura de sabor

e aroma, ocorre interações sensoriais intermodais. As interações intermodais podem alterar a intensidade e o caráter dos sabores e aromas individuais e do sabor em geral, dependendo dos compostos aromáticos combinados (Niimi *et al.*, 2015).

3.7.1 *Check-All-That-Apply* (CATA)

Para combinar as caracterizações descritiva e do consumidor, foi desenvolvido o método CATA (*Check-All-That-Apply*) (Ares *et al.*, 2015). Ao usar perguntas CATA para caracterização sensorial de produtos, os consumidores recebem uma lista de termos e são solicitados a selecionar aqueles que se aplicam à amostra focal. A frequência com que cada termo é usado para caracterizar cada amostra é calculada e usada para derivar uma descrição do produto. Os consumidores são capazes de usar perguntas CATA com precisão para realizar tarefas de caracterização sensorial (Ares *et al.*, 2015; Jaeger *et al.*, 2020).

Da mesma forma, é importante selecionar termos apropriados para as questões CATA porque devem ser uma base para explicar e discriminar as características sensoriais dos produtos. Até o momento, atributos desenvolvidos por provadores treinados para descrever as características sensoriais dos produtos têm sido utilizados na condução das questões CATA (Kim *et al.*, 2023).

Esta metodologia consome menos tempo e é mais flexível do que os métodos tradicionais e permite uma abordagem mais realista das percepções do consumidor devido ao seu formato simples, pequenos requisitos de esforço cognitivo e rápida elicitación das características sensoriais dos produtos examinados pelos participantes (Tarançon *et al.*, 2020).

3.7.2 Teste de Aceitabilidade

A aceitabilidade e a escolha dos produtos alimentares são afetadas pela combinação das propriedades dos alimentos, físico-químicas e sensoriais, e também podem ser influenciadas pelos motivos afetivos do consumidor como as atitudes, experiências, conhecimentos, familiaridade e preocupações de segurança. O consumidor também pode ser afetado pelos efeitos externos em que o consumo ocorre, como o ambiente, tempo e interação social (Torrice *et al.*, 2019).

A familiaridade dos produtos alimentares desempenha um papel importante na aceitabilidade e nas preferências dos consumidores porque diminui a incerteza associada ao

produto e gera uma melhor correspondência entre as expectativas e as características sensoriais (Rozin; Fallon, 1987; Torrico *et al.*, 2019) Na classificação de aceitabilidade, os consumidores avaliam cada produto separadamente e os classificam de acordo com seu grau de apreciação (escala de categoria de 9 pontos, variando de 1 a 9) (Almli *et al.*, 2015).

A incorporação de coberturas biodegradáveis em combinação com o óleo essencial de orégano visa preservar as características tecnológicas e microbiológicas do queijo. O amido é um polissacarídeo de fácil acesso, baixo custo, inodoro e não agrega sabor, e por sua vez pode ser utilizado como matriz polimérica para difundir os agentes antimicrobianos. Os óleos essenciais são compostos antioxidante e antimicrobiano devido a sua composição de terpenoides, e podem agregar sabor ao queijo, por essa razão a dose deve ser avaliada com atenção antes de ser adicionada a formulação. Outro ponto importante a destacar é o impacto positivo ao meio ambiente, pois a cobertura biodegradável tem o potencial de substituir os plásticos utilizados nas embalagens dos produtos alimentícios que são derivados de petróleo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Foi utilizado leite bovino da raça Holandesa (*Holstein Friesian*) obtido da primeira ordenha na Fazenda Escola Capão da Onça pertencente a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), localizada na estrada Itaiacoca, Km 7 (25 05' 42'' S, 50 09' 43'' O). Óleo essencial marca *Quinari* com o índice de refração a 20 °C de 1,512 e densidade a 20 °C de 0,954 g/mL. A cromatografia gasosa de alta resolução da composição química do *Origanum vulgare* encontra-se no Anexo A. O amido utilizado foi de mandioca da marca *Kinino*. Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico.

4.2 PRODUÇÃO DO QUEIJO DURO

Os queijos foram produzidos na planta piloto da Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais (ETLQueijos) (Figura 6) (Nogueira *et al.*, 2015), do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEA).

Figura 6. Infraestrutura da linha de processamento de queijos (ETLQueijos).



Fonte: Nogueira *et al.*, (2015).

A planta de produção foi higienizada e sanitizada antes de se iniciar o processo. Os equipamentos para a produção do queijo foram em material de aço inox 304 AISI que consiste em tanque encamisado (120 L, MecMilk®, Pompéia, Brasil) que passou por limpeza superficial utilizando detergente neutro e em seguida a sanitização com a solução de hipoclorito de sódio (200 mg/L).

O processo de produção se iniciou com o tratamento térmico do leite em temperatura 63 °C por 30 minutos (Figura 7) e ao término foi resfriado com circulação de água até a temperatura entre 32 a 34 °C. A cultura *starter* liofilizada tipo O (*Lactococcus lactis* e *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris*, RSF-736, Christian Hansen) foi inoculada após diluição e homogeneização (5 min) conforme recomendação do fabricante. A próxima etapa foi a adição do cloreto de cálcio 50% (0,4 mL/L de leite), e quando completados 45 minutos da adição do inóculo, foi acrescentado ao leite o coalho líquido de marca comercial *Ha-la* diluído em água deionizada, conforme orientação do fabricante. Com o leite coagulado e formado gel (pH 6,4, 35 min), foi realizado o corte da massa em cubos de 1 cm com a utilização de liras, e de forma lenta foi realizada a mexedura para não ocorrer danos na massa conforme ilustrado na Figura 8.

Ao término da etapa, foi retirado 30% do soro e adicionado o mesmo volume de água a temperatura de 55 °C até que a massa alcançasse a temperatura de 36 °C. A massa precisou ser agitada por 20 minutos, até atingir o ponto, caracterizado por se moldar ao toque. O soro foi drenado completamente (Figura 9) para que fosse adicionado o cloreto de sódio, previamente tratado em estufa a 100 °C por 12 horas, na concentração de 3 g/L de leite. Ao finalizar a salga, a massa foi transferida para as formas de propileno (8,5 cm de altura x 10,0 cm de diâmetro) onde foi dessorada e prensada (2 kg/kg de queijo) por duas horas (com viragem na primeira hora).

Figura 7. Tratamento térmico do leite em tanque encamisado



Figura 8. Corte da massa em cubos utilizando liras.



Figura 9. Drenagem do soro na massa.



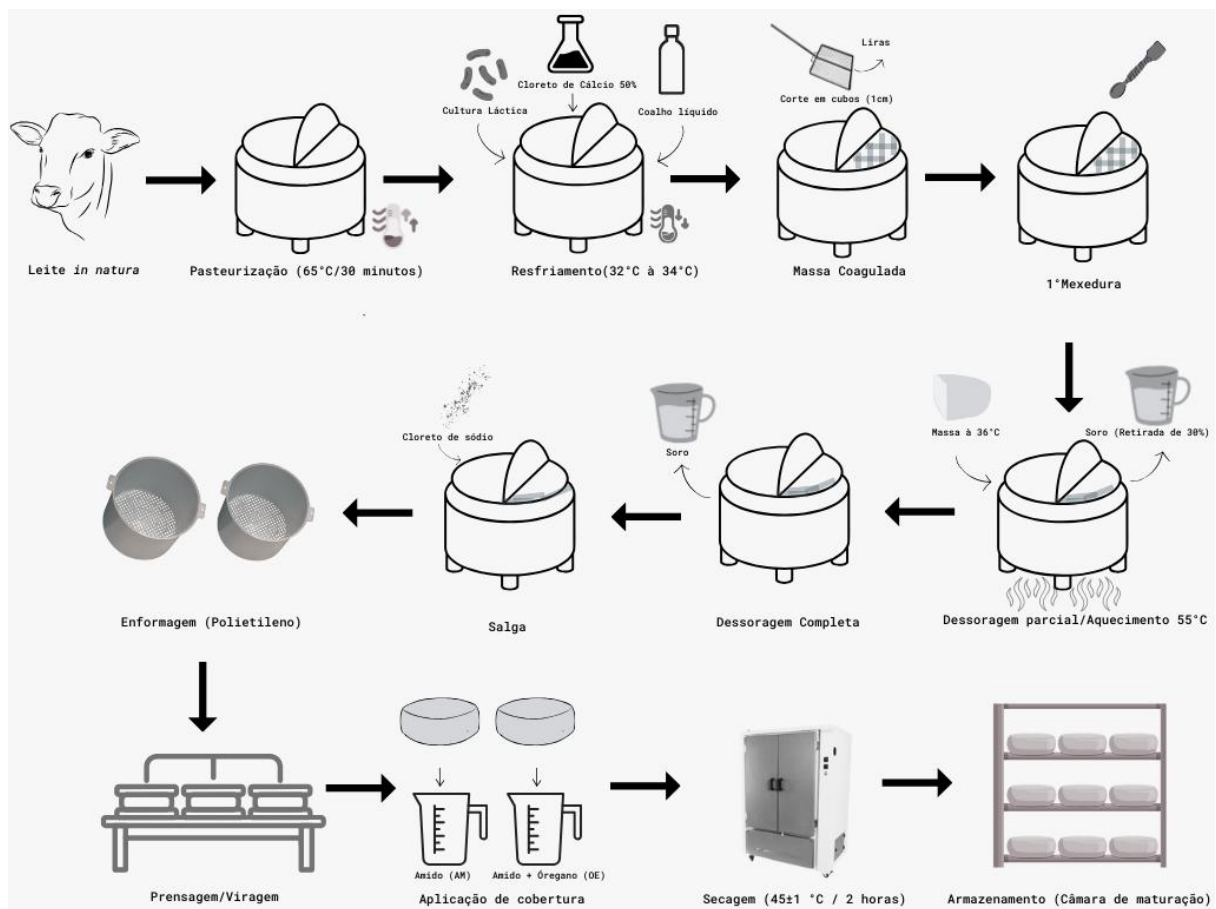
Figura 10. Câmara de maturação dos queijos duros.



Fonte: A autora (2023).

Após esse período os queijos permaneceram por 15 horas em temperatura de 22 a 25 °C para ocorrer a acidificação até o pH de 5,2. Ao término da acidificação, foram aplicadas as coberturas (tópico 4.3). Os queijos foram armazenados em câmara de maturação com temperatura de 14 °C, UR de 85% e a cada 2 dias foi realizado a viragem, até que se completasse o tempo de maturação de 30 dias (Figura 10). Observa-se o processo de produção no Fluxograma 2.

Fluxograma 2. Processamento do queijo duro em escala laboratorial.



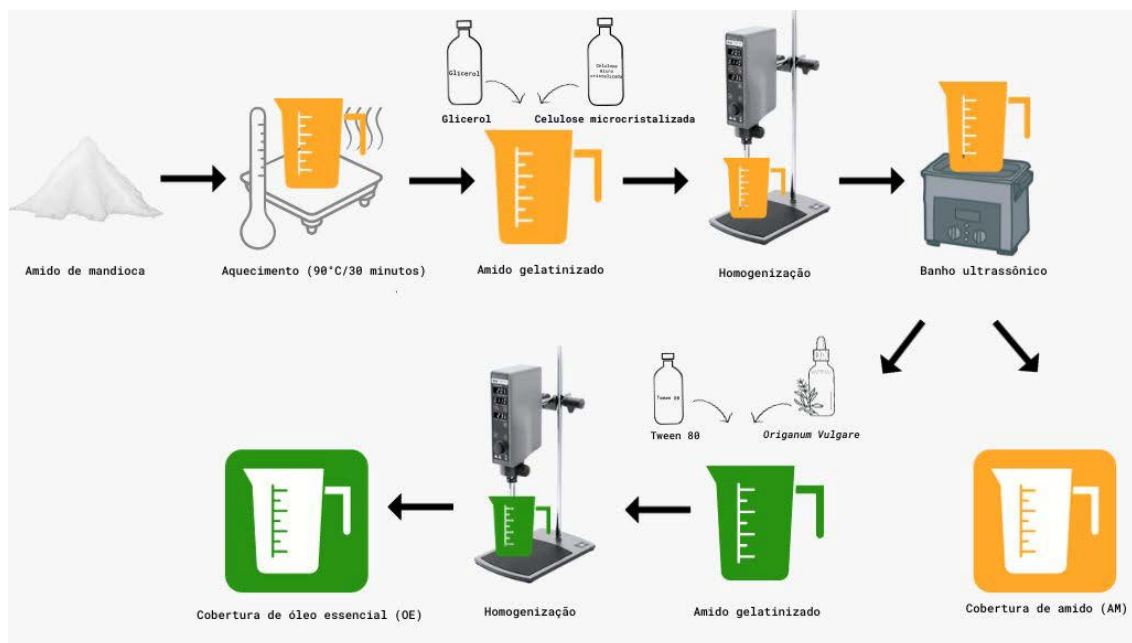
Fonte: A autora (2023).

4.3 DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DA COBERTURA BIODEGRADÁVEL

Conforme metodologia adaptada de Molina *et al.* (2020), foram preparadas duas formulações de cobertura (Fluxograma 3). A primeira formulação OE, contendo óleo essencial de orégano, foi preparada utilizando 3% de amido de mandioca (p/v) para 1 litro de água destilada em banho térmico (Tecnal, TE-053, Piracicaba, Brasil) com agitação em 100% da potência do equipamento a 90 °C e misturado com água destilada por 30 min. Simultaneamente, 0,1% de óleo essencial de orégano (p/v) foi homogeneizado com 0,02% do emulsificante tween 80 (p/v) e adicionado à mistura assim que a temperatura do preparo diminuiu para 60 °C. Após essa etapa ocorreu a adição de 1% de solução aquosa de glicerol (p/v) e 0,2% de celulose microcristalina (p/v) com agitação no Ultra-turax (Ultra-Turrax T 10 Basic, São Paulo, Brasil) por 15 min. Em seguida a cobertura foi submetida ao banho ultrassônico (Banho de Ultrassom

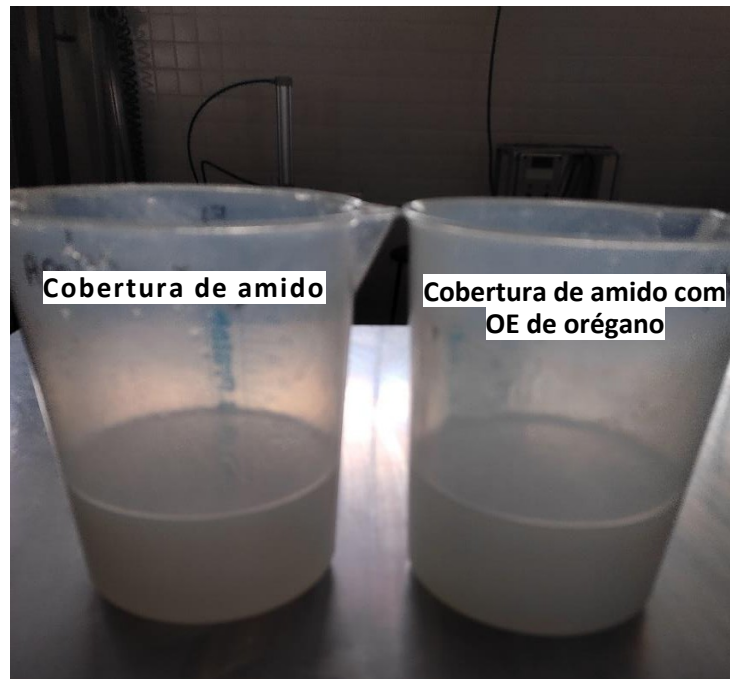
Bio Ultra 20 L, Rio de Janeiro, Brasil) para retirada de bolhas. A segunda formulação (AM) foi preparada com a mesma metodologia, porém sem a adição de óleo essencial e tween 80. O processo de aplicação da cobertura ocorreu por submersão dos queijos por 30 s (Figura 11). Ao final da aplicação dos revestimentos os queijos foram submetidos ao processo de secagem por 2 horas em temperatura de 45 ± 1 °C em estufa de secagem com circulação de ar (modelo TE-394/2, TECNAL, Piracicaba, SP, Brasil) (Figura 12). Para fins comparativos, foram maturados queijos sem adição de revestimentos.

Fluxograma 3. Processo do desenvolvimento das coberturas biodegradáveis.



A autora (2023)

Figura 11. Solução de revestimento para a submersão dos queijos.



Fonte: A autora (2023).

Figura 12. Processo de secagem da cobertura dos queijos.



Fonte: A autora (2023).

4.4 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *Origanum vulgare* (OEO)

4.4.1 Compostos Fenólicos Totais

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de reagente Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999). Especificamente,

10 µL de OEO diluído em 1 mL de metanol foram misturados com 500 µL de reagente Folin-Ciocalteu 1 N, seguido da adição de 1 mL de água e 1 mL de Na₂CO₃ (1,9 M). Por fim, a mistura foi diluída até o volume final de 10 mL com água deionizada e mantido por 2 horas a 25 °C no escuro. Após a incubação, a quantificação dos compostos fenólicos foi realizada a partir da leitura de absorvância em espectrofotômetro UV-VIS Shimadzu 1240 em comprimento de onda de 750 nm, utilizando curva padrão de ácido gálico (25 – 200 µg/mL) em etanol 95%.

4.4.2 Atividade Antioxidante

4.4.2.1 Inibição do Radical DPPH

A atividade antioxidante do óleo essencial de *Origanum vulgare* foi determinada pelo método de inibição do radical DPPH, conforme a metodologia modificada de Shokri *et al.*, (2020), que consiste na captura de radicais livres DPPH, ocorrendo a reação de oxi-redução. O final da reação é marcado pela mudança de coloração púrpura dos radicais livres DPPH para a cor amarela da hidrazina. Foi adicionado 1 mL de óleo essencial para 1 mL de metanol, em seguida adicionado 3 mL de solução metanólica de DPPH (60 µM). A solução foi mantida no escuro por 15 minutos, e a absorvância foi registrada em espectrofotômetro (UV-VIS Shimadzu 1240) em 517 nm. A atividade antioxidante foi expressa em µmol Trolox/L (curva de calibração de Trolox de 2,5 a 100 µmol/L).

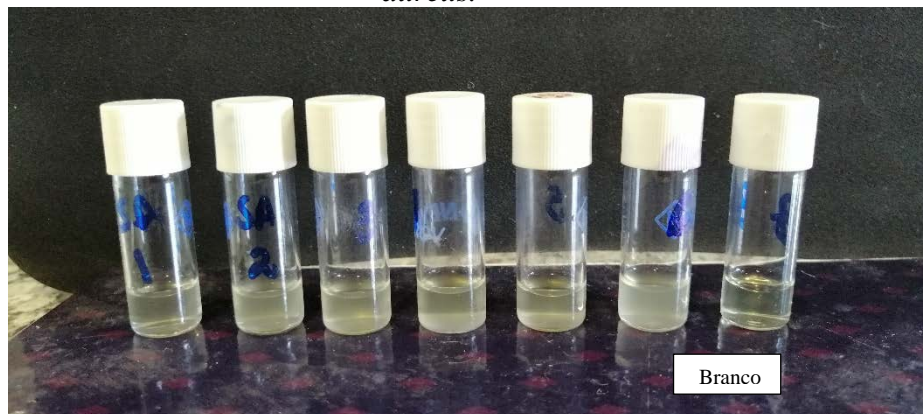
4.4.2.2 Captura do Radical ABTS

A atividade antioxidante pelo método ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico), sal de diamônio, ~98%) foi realizada de acordo com o método de Dutra *et al.* (2019). Em tubos protegidos da luz, foram adicionados 30 µL do OE diluído (1 mL de óleo para 10 de metanol) e 3 mL da solução ABTS+ (5 mL ABTS - solução 7 mmol/L e 88 µL de persulfato de potássio - 140 mmol/L; reação por 16 h em ambiente protegido da luz) e mantidos por 6 min. A leitura de absorvância foi realizada em espectrofotômetro (UV-VIS Shimadzu 1240) a 734 nm. A atividade antioxidante foi expressa em µmol Trolox/L (curva de calibração de Trolox de 2,5 a 100 µmol/L).

4.5 DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM)

A concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada utilizando o método adaptado do *Clinical Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2014) de macrodiluição em caldo Muller-Hinton (MH) para as bactérias, e caldo glicose 2% para as leveduras. No experimento utilizou-se as cepas de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Candida albicans* ATCC 10231. Os frascos foram preparados em duplicatas com a dispersão de 50 μL de OE em 1800 μL de meio de cultura previamente homogeneizado com tween 80, em seguida iniciou-se as diluições seriadas 1:10 com a suspensão inicial de 200 μL de co-cultura. Após essa etapa os frascos foram fechados e incubados por 24 horas a 37 °C para o desenvolvimento dos microrganismos. A leitura dos resultados foi feita em triplicata em leitor de microplacas de 96 cavidades (EPOCH Microplate Spectrophotometer, Bio Tek, USA), controlado pelo software *Analist*; o espectrofotômetro foi configurado previamente em 630 nm. O cálculo da leitura foi realizado e a CIM foi confirmada como a menor concentração capaz de inibir o crescimento da co-cultura inicial conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13. Determinação da concentração inibitória mínima de cepas de *Staphylococcus aureus*.



Fonte: A autora (2023).

4.6 CARACTERIZAÇÃO DOS QUEIJOS

Os queijos foram avaliados nos tempos 0 e 30 dias de maturação, com relação aos parâmetros físico-químicos, índices de maturação, perfil de textura, cor instrumental e análise microbiológica de bolores, leveduras e contagem total de bactérias.

4.6.1 Avaliação Físico-Química dos Queijos

Foram avaliados os parâmetros de umidade (IAL, 2008), gordura por butirômetro de Gerber (Funke Gerber, Berlim, Alemanha) especial para queijo (IAL, 2008), proteína bruta pelo método de micro-Kjedahl utilizando fator de conversão de 6,38 (AOAC, 2016), cinzas por incineração em mufla (El Labor, EF200F, São Paulo, Brasil) a 550 °C por 6 horas (IAL, 2008), pH por potenciômetro de bancada (Tecnopon, MPA210, São Paulo, Brasil), e atividade de água (Aqualab, 3TE, São José dos Campos, Brasil).

4.6.2 Índices de Maturação

A maturação foi avaliada por meio dos índices de extensão e profundidade de proteólise. O índice de extensão de proteólise (Equação 1) e profundidade da proteólise (Equação 2) foram realizados como descrito por De Rensis; Petenate; Viotto (2009), sendo a partir da determinação de teores de nitrogênio solúvel em tampão acetato em pH 4,6 e ácido tricloroacético 12% de acordo com metodologia descrita por Barbano; Lynch; Fleming (1991) seguido do método de Kjeldahl (AOAC, 2016).

$$\% \text{ Extensão da proteólise} = \left(\frac{\% \text{ nitrogênio solúvel a pH } 4,6}{\% \text{ nitrogênio total}} \right) \times 100$$

Equação (1)

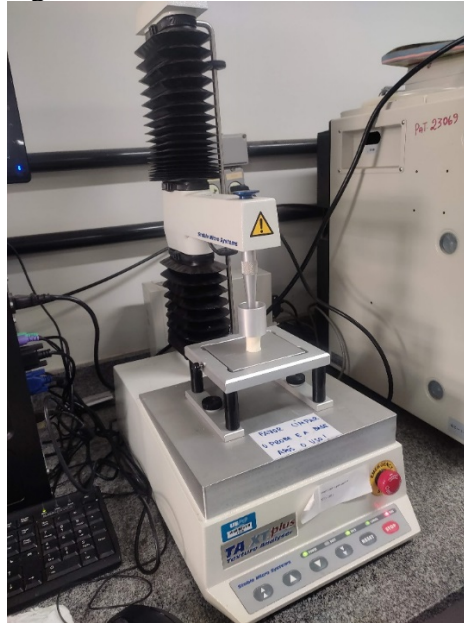
$$\% \text{ Profundidade da proteólise} = \left(\frac{\% \text{ nitrogênio solúvel a TCA } 12\%}{\% \text{ nitrogênio total}} \right) \times 100$$

Equação (2)

4.6.3 Perfil de Textura

O perfil de textura foi analisado a 25 °C utilizando o texturômetro (*TA. XTPplus Texture Analyser, Stable Micro Systems, UK*) (Figura 14), usando uma sonda cilíndrica de alumínio de 36 cm de diâmetro. As amostras foram preparadas cortando-as em cilindros de 20 mm de diâmetro por 20 mm de altura, sem casca. A velocidade do teste foi de 0,8 mm/s, com

compressão dupla, 30% da altura inicial da amostra, segundo Bertolino *et al.*, (2011). Foram considerados os parâmetros dureza, adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade.

Figura 14. Texturômetro *TA.XT Plus*

Fonte: A autora (2023).

4.6.4 Cor Instrumental

A cor interna e externa dos queijos foi avaliada utilizando colorímetro MiniScan EZ (Hunter Lab, US), obtendo os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (cromaticidade vermelho/verde) e b^* (cromaticidade amarelo/azul). Foram calculados os valores do ângulo Hue (Equação 3) e do croma (Equação 4).

$$Hue = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*}$$

Equação (3)

$$Croma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

Equação (4)

4.6.5 Análise Microbiológica

As amostras foram analisadas quanto ao crescimento de bolores, leveduras e contagem total de bactérias, considerados um dos principais microrganismos deteriorantes capazes de se desenvolver em queijos. Para a análise foram diluídos 25 g da amostra da casca com 225 mL de água peptonada tamponada e homogeneizado por cerca de um (1) minuto, seguido do processo de diluição em série. Para a análise microbiológica de bolores e leveduras as placas foram incubadas a 35 °C durante 48 h, e para a contagem total utilizou-se ágar batata dextrose acidificado a pH 3,5 com solução estéril de ácido láctico (10%). A análise microbiológica de contagem total foi contabilizada por meio plate count agar com incubação por 24 horas a 35 °C em condições aeróbias. (APHA, 1994). As contagens foram apresentadas como logaritmos de unidades formadoras de colônias por grama de queijo (log UFC/g).

4.6.6 Análise Sensorial

Para a realização da análise sensorial de aceitabilidade e CATA (*Check-all-that-apply*) foi utilizado a metodologia descrita por Ares *et al.*, (2007). A análise sensorial ocorreu no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos da UEPG, em cabines individualizadas sob a luz branca em temperatura ambiente de 25 °C, mediante aprovação do Comitê de Ética de Pesquisas com Seres Humanos (6.114.924). Os 177 avaliadores não treinados foram estudantes, funcionários e qualquer pessoa que tivesse disponibilidade, no qual assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participar da pesquisa (Apêndice B). As amostras foram disponibilizadas em copos plásticos, cortadas em cubos de aproximadamente de 2 cm, codificadas com números aleatórios de 3 dígitos, sendo os códigos 145, 412, 689 correspondentes às formulações CT (controle), AM (cobertura à base de amido sem óleo essencial), OE (cobertura à base de amido com óleo essencial), respectivamente.

Os avaliadores julgaram as amostras através da ficha sensorial (Apêndice A), com relação aos atributos de impressão global utilizando a escala hedônica de 9 pontos (1– Desgostei extremamente, 2– Desgostei muito, 3– Desgostei moderadamente, 4– Desgostei ligeiramente, 5– Indiferente, 6– Gostei ligeiramente, 7– Gostei moderadamente, 8– Gostei muito, 9– Gostei extremamente) (Rozin; Fallon, 1987). Foram levantados atributos que correspondem a características sensoriais do queijo (Cremoso; Cor amarela escuro Brilhante; Odor menta; Odor

de iogurte; Sabor orégano; Odor manteiga; Sabor pizza; Ácido; Farelento; Cor amarela claro; Creme; Alta qualidade; Opaco; Sabor menta; Gorduroso; Odor orégano; Salgado; Amargo; Macio; Sabor residual amargo; Baixa qualidade; Sabor Refrescante) e incluído em um *check list* (*Check-all-that-apply* – CATA), no qual os avaliadores assinalaram todos os termos que consideraram apropriados para descrever as amostras.

4.6.7 Análise Estatística

Todas as determinações foram realizadas em triplicata. Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão. Para os dados paramétricos (teste de Levene, $p > 0,05$) foi aplicada análise de variância (ANOVA), complementada com o teste de comparação de médias de Fischer LSD ($p < 0,05$). Os dados sensoriais de *Check-all-the-apply* (CATA) foram submetidos a uma tabela de frequência através da citação dos descritores de cada amostra e apenas atributos com frequência acima de 20% foram considerados, e por meio da análise de correspondência obteve-se a representação bidimensional das amostras e correlação dos atributos (Ares *et al.*, 2015). O software Jamovi (Versão 2.4.5) foi utilizado para o tratamento dos dados da análise sensorial de de *Check-all-the-apply* (CATA), para os dados de teste de aceitabilidade foram tratados em planilha no Microsoft Excel (Versão 2309 Build 16.0.16827.20166) e posteriormente feito o teste de T ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE *ORIGANUM VULGARE*

Os resultados dos compostos fenólicos totais de *Origanum vulgare* foram de 54,22 mg GAE/g, resultado aproximado a pesquisa de Semiz *et al.*, (2018) de $42,6 \pm 3,9$ mg GAE/g de óleo essencial originário da Grécia. O teor de compostos fenólicos pode ser utilizado como um importante indicador da capacidade antioxidante, que pode ser utilizado como uma triagem preliminar para óleos essenciais quando o objetivo é a utilização como fonte natural para alimentos funcionais.

Os métodos DPPH e ABTS medem dois tipos de mecanismo: transferência de elétrons e transferência de átomos de hidrogênio. O OE apresentou capacidade inibitória de DPPH de 213,76 $\mu\text{mol trolox/mg}$, e ABTS de 1698,33 $\mu\text{mol trolox/mg}$, resultado semelhante foi encontrado por Dutra *et al.* (2019) de 363 $\mu\text{mol trolox/mg}$ e 1142 $\mu\text{mol trolox/mg}$, respectivamente. Os resultados dos antioxidantes sugerem alta atividade antioxidante pelos métodos avaliados.

Um aspecto importante sobre a atividade antioxidante dos óleos essenciais é que a capacidade está relacionada à espécie, época de colheita e posição geográfica (Mechergui *et al.*, 2016), pois a composição química dos óleos difere devido a fatores intrínsecos e extrínsecos. A atividade antioxidante está associada a compostos como o carvacrol, timol e linalol, que são conhecidos por possuírem fortes propriedades antioxidantes (Semiz *et al.*, 2018). Antioxidantes são usados em alimentos para retardar ou prevenir a oxidação de moléculas. Antioxidantes naturais e sintéticos são opções viáveis.

Os resultados apresentados na presente pesquisa do óleo essencial de *Origanum Vulgare* são promissores no aspecto de substituição de antioxidantes sintéticos, como o hidroxianisol butilado (BHA) e o hidroxitolueno butilado (BHT), que devido à sua carcinogenicidade. Como resultado, compostos fenólicos e outros antioxidantes naturais estão recebendo mais atenção para aplicação potencial no processo de enriquecimento de alimentos. Portanto, é de grande importância extrair antioxidantes naturais a partir de matrizes vegetais por razões nutricionais e melhorar o perfil nutricional dos produtos (MichalakI *et al.*,2023).

Antioxidantes são usados em alimentos para retardar ou prevenir a oxidação de moléculas. Antioxidantes naturais e sintéticos são opções viáveis. Alguns antioxidantes sintéticos, como o hidroxianisol butilado (BHA) e o hidroxitolueno butilado (BHT), estão sendo

substituídos por alternativas naturais devido à sua carcinogenicidade. Como resultado, compostos fenólicos e outros antioxidantes naturais estão recebendo mais atenção para aplicação potencial no processo de enriquecimento de alimentos. Portanto, é de grande importância extrair antioxidantes naturais a partir de matrizes vegetais por razões nutricionais e melhorar o perfil nutricional dos produtos (MichalakI *et al.*,2023).

5.1.1 Concentração Inibitória Mínima

Todas as cepas testadas (bactérias e leveduras) foram sensíveis ao óleo essencial de *Origanum vulgare*. O valor da CIM do óleo essencial para bactérias *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 foi de 1,25 µL/mL, e para a levedura *Candida albicans* ATCC 10231 foi de 2,5 µL/mL. Pesquisadores constataram efeito inibitório do OE em cepas bacterianas de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis* e *Escherichia coli* (Barros *et al.*, 2012; Barbosa *et al.*, 2020). E o teste inibitório do OEO foi positivo contra fungos como *Aspergillus flavus*, *Fusarium oxysporum* e *Penicillium citrinum*, e a levedura *Candida albicans* (Campos *et al.*, 2022; Brondani *et al.*, 2018). A presença de fungos e bactérias em queijos curados é uma grande preocupação para a indústria de laticínios, causando estufamento tardio e precoce, amargor e ranço, resultando em perdas econômicas (Campos *et al.*, 2022).

Segundo Barros *et al.*, (2012) existe uma necessidade de novos métodos de redução ou eliminação de agentes patogênicos de origem alimentar, possivelmente em combinação com métodos existentes. A tendência para o mercado são os alimentos sem aditivos sintéticos e com o sabor preservado, mantendo a segurança microbiológica, pois existe cada vez mais a demanda por parte do consumidor final.

5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS QUEIJOS

5.2.1 Avaliação Físico-Químicas

Os resultados dos parâmetros de pH, umidade, aW, gordura, proteína e cinzas do queijo duro, durante o período avaliado, podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4. Avaliação físico-químicas do queijo duro com diferentes coberturas.

Parâmetros	Dias	Tratamentos			p
		CT	AM	OE	
pH*	0	6,00 ^{aA} ±0,01	6,00 ^{aA} ±0,01	6,00 ^{aA} ±0,01	1,00
	30	5,26 ^{aA} ±0,01	5,26 ^{aB} ±0,02	5,29 ^{aB} ±0,01	0,09
	p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Umidade (g/100g)	0	49,09 ^{aA} ±5,99	49,09 ^{aA} ±5,99	49,09 ^{aA} ±5,99	1,00
	30	29,67 ^{aB} ±1,55	29,64 ^{aB} ±1,55	30,81 ^{aB} ±0,71	0,51
	p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
aW*	0	0,9803 ^{aA} ±0,0013	0,9803 ^{aA} ±0,0013	0,9803 ^{aA} ±0,0013	1,00
	30	0,9403 ^{aB} ±0,0050	0,9506 ^{aB} ±0,0015	0,9440 ^{aB} ±0,0017	0,02
	p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Gordura (g/100g)	0	49,68 ^{aA} ±5,43	49,68 ^{aA} ±5,23	49,68 ^{aA} ±5,23	1,00
	30	46,22 ^{aA} ±1,03	48,83 ^{aA} ±2,41	50,61 ^{aA} ±2,92	0,13
	p	0,57	0,96	0,20	
Proteína (g/100g)	0	20,36 ^{aA} ±0,30	20,36 ^{aA} ±0,30	20,36 ^{aA} ±0,30	1,00
	30	25,92 ^{aB} ±3,00	28,17 ^{aB} ±3,96	30,07 ^{aB} ±0,73	0,29
	p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cinzas (g/100 g)	0	2,89 ^{aA} ±0,43	2,89 ^{aA} ±0,43 ^{aB}	2,89 ^{aA} ±0,43	1,00
	30	3,98 ^{bB} ±0,02	3,83 ^{bB} ±0,03	4,06 ^{aB} ±0,01	0,00
	p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	

Nota: adimensional. CT = controle, AM = cobertura à base de amido, OE = cobertura à base de amido com óleo essencial de *Origanum vulgare*. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença entre os tempos de maturação e letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença entre os tratamentos (Fischer LSD, $p < 0,05$).

A Tabela 6 representa as alterações físico-químicas dos queijos durante os 30 dias de maturação. O conteúdo de umidade inicial do queijo foi 49,68% e durante a maturação ocorreu a diminuição do teor de umidade para todos os queijos sendo 39,55% para CT, 39,62% AM e 37,23% OE, entre as amostras não houve diferença significativa na umidade no dia 30. Resultado diferente do que foi relatado por Esparvarini *et al.* (2022), no qual o conteúdo de umidade foi preservado no queijo com cobertura comestível de amido de trigo, adicionado de óleo essencial de cominho. Esse comportamento pode ser relacionado a característica hidrofóbica dos óleos essenciais, que quando adicionados na matriz polimérica do revestimento reduzem a permeabilidade ao vapor de água, dessa forma diminuindo a transferência de moléculas de água para o ambiente (Molina *et al.*, 2020, Embuena *et al.*, 2016). Apesar disso os resultados podem se diferir, pois fatores como a origem botânica do amido, concentração de

óleo essencial e adjuntos adicionados na cobertura, irão influenciar nos resultados físico-químicos.

A aW no período do ensaio demonstrou diferença significativa ($p > 0,05$). Nota-se a diminuição de água livre para todos os tratamentos, sendo redução de 4,08% CT, 3,02% AM e 3,70% OE, variando no final da maturação de 0,9403 a 0,9440. Tais valores foram menores quando comparados com achados de Berti *et al.* (2019), no qual no aplicou-se cobertura de amido de tapioca em queijo Gouda. Os teores de matéria seca no queijo como, gordura e proteína apresentaram diferença entre os tempos ($p > 0,05$), conforme esperado os valores aumentaram durante o período de ensaio. O percentual de gordura no queijo variou de 46,22 a 50,61 ao final da maturação, e o percentual de proteína variou de 25,92 a 30,07. O conteúdo de cinzas no final da maturação variou de 3,83 a 4,06. Os revestimentos não afetaram de forma significativa ($p \leq 0,05$) o pH dos queijos, e amostras CT, AM no dia 30 foi de 5,26 e OE ficou com 5,29, entretanto entre os tempos de avaliação houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) na diminuição dos valores de pH, corroborando com resultados encontrados pelos autores Esparvarini *et al.* (2022), que observaram um padrão decrescente no pH e aumento na acidez titulável nos queijos ultrafiltrados durante 60 dias de armazenamento. O pH dos queijos tende a diminuir no início da maturação e isso ocorre devido à produção de ácido lático pela cultura *starter* durante o armazenamento, ocorrendo a diminuição do pH e aumento na acidez. Outro fator que pode influenciar são os ácidos graxos livres gerados pela peroxidação lipídica do queijo durante o armazenamento, que também podem contribuir para sua acidificação (Nottagh *et al.*, 2020; Ksouda *et al.*, 2019).

5.2.2 Índice de Maturação

Os índices de maturação, extensão e profundidade de proteólise, durante o período de maturação, estão descritos na Tabela 5.

O índice extensão de proteólise é uma medida, que é determinado através da ação de enzimas proteases presentes no queijo. Este índice quantifica peptídeos de alta e média massa molecular, além de aminoácidos livres, identificados em função da proteólise primária, que é potencializada pela ação da quimosina e plasmina. Os resultados do índice de extensão da proteólise (IEP) demonstram que todos os tratamentos aumentaram nos 30 dias de avaliação tendo diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 5). A amostra controle aumentou de 0,7795 para 1,999 no final da avaliação, expressando aumento de 61,00%, o revestimento AM no final da maturação foi de 1,696, e OE de 1,2738 representando o aumento de 54,03 e 38,80%,

respectivamente. Portanto, observa-se que houve diferença significativa entre os tratamentos nos 30 dias de maturação, as amostras com revestimentos apresentaram valores menores para IEP.

Tabela 5. Avaliação de extensão (% de nitrogênio solúvel em pH 4,6%) e profundidade de proteólise (% de nitrogênio solúvel a TCA 12%) na maturação no queijo duro com diferentes coberturas.

Parâmetros	Dias	Tratamentos			p
		CT	AM	OE	
Extensão	0	0,779 ^{Aa} ±0,085	0,779 ^{Aa} ±0,085	0,779 ^{Aa} ±0,085	1,00
	30	1,999 ^{Ba} ±0,313	1,696 ^{Bab} ±0,233	1,273 ^{Bb} ±0,042	<0,01
p		<0,01	<0,01	<0,01	
Profundidade	0	0,928 ^{Aa} ±0,114	0,928 ^{Aa} ±0,114	0,928 ^{Aa} ±0,114	1,00
	30	1,971 ^{Ba} ±0,128	1,772 ^{Bab} ±0,342	1,513 ^{Bb} ±0,091	<0,01
p		<0,01	<0,01	<0,01	

Nota: CT = controle, AM = cobertura à base de amido, OE = cobertura à base de amido com óleo essencial de *Origanum vulgare*. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença entre os tempos de maturação e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença entre os tratamentos (Fischer LSD, $p < 0,05$).

O índice de profundidade da proteólise (IPP) é caracterizado pela proteólise secundária, onde ocorre a hidrólise dos fragmentos proteicos em peptídeos de baixo peso molecular. Esse fenômeno ocorre devido à ação das proteases microbianas residuais, que são provenientes do fermento e nativas do próprio leite (Fox; Mcsweeney, 2017). Neste parâmetro, foi evidenciado o aumento nos valores em todas as amostras nos dias avaliados, para a amostra CT o aumento foi de 52,91%, AM e OE de 47,61% e 38,66% respectivamente. As amostras com revestimentos apresentaram menor IPP resultado esse diferente do que encontrado por Kotan *et al.* (2023), onde os queijos revestidos com Mucilagem de semente de marmelo contendo óleo de tomilho de 1% a 2% demonstraram maior índice de profundidade em 120 dias de maturação.

Nota-se que os revestimentos influenciaram no IPP e IEP, apesar dessa informação não ter sido relatada na literatura. A hipótese é que de alguma forma o revestimento influenciou na atividade da enzima protease acarretando atraso na maturação durante o período avaliado neste trabalho.

5.2.3 Perfil de Textura

Os resultados obtidos no perfil de textura do queijo duro são apresentados na Tabela 6. A dureza é definida como a força máxima de pico durante a compressão exemplificando a primeira mordida (Mileriene *et al.*, 2021). Observa-se que a dureza aumentou ao longo do armazenamento para todos os tratamentos, porém o queijo sem o revestimento apresentou maior dureza durante o período, tendo diferença estatística ($p > 0,05$). Esparvarini *et al.*, (2022), relataram resultados semelhantes na maturação do queijo ultrafiltrado sem aplicação da cobertura a base de amido de trigo, e o resultado pode ser explicado devido a capacidade do revestimento na preservação do conteúdo inicial de umidade tendo como resultado um queijo mais macio.

A mastigabilidade ao longo do experimento obtiveram um aumento nesse valor, obtendo diferença significativa ($p > 0,05$), porém os queijos com revestimento AM apresentaram menores valores de mastigabilidade. Comportamento diferente do encontrado pelos pesquisadores Lopez-Córdoba *et al.*, (2021), no qual as amostras de queijo semi-duro com cobertura de amido contendo carvacrol apresentaram maior mastigabilidade comparado com o controle ao longo do experimento. Em relação a elasticidade e coesividade os resultados experimentais não demonstraram efeito significativo durante o armazenamento. A adesividade é a força requerida para remover o material que adere a boca durante o processo de mastigação. Dessa forma as amostras não demonstraram diferença significativa ($p > 0,05$) neste parâmetro com o passar do tempo, nem comparando os tratamentos em um mesmo tempo de maturação.

Tabela 6. Análise de perfil de textura dos queijos duros com diferentes tipos de cobertura ao longo da maturação.

Parâmetros	Dias	Tratamentos			p
		CT	AM	OE	
Dureza	0	613,15 ^{Aa} ± 104,58	613,15 ^{Aa} ± 104,58	613,15 ^{Aa} ± 104,58	-
(g)	30	4360,81 ^{Ba} ± 808,34	3055,09 ^{Bb} ± 210,37	3214,02 ^{Bb} ± 58,13	0,03
p	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Adesividade	0	-4,16 ^{Aa} ± 1,87	-4,16 ^{Aa} ± 1,87	-4,16 ^{Aa} ± 1,87	-
(g.s)	30	-2,51 ^{Aa} ± 1,92	-4,20 ^{Aa} ± 0,32	-2,02 ^{Aa} ± 0,02	0,12
p		0,37	0,99	0,23	
Elasticidade*	0	0,85 ^{Ab} ± 0,01	0,85 ^{Ab} ± 0,01	0,85 ^{Ab} ± 0,01	-
	30	0,58 ^{Ab} ± 0,08	0,57 ^{Ab} ± 0,07	0,56 ^{Ab} ± 0,05	0,94
p		< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Coesividade*	0	0,79 ^{Aa} ± 0,01	0,79 ^{Aa} ± 0,01	0,79 ^{Aa} ± 0,01	-
	30	0,48 ^{Aabc} ± 0,09	0,58 ^{Aab} ± 0,05	0,46 ^{Abc} ± 0,01	0,04
p		< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Mastigabilidade	0	440,78 ^{Aa} ± 74,73	440,78 ^{Aa} ± 74,73	440,78 ^{Aa} ± 74,73	-
(g)	30	1195,75 ^{Ba} ± 275,67	936,67 ^{Bb} ± 65,45	1218,92 ^{Ba} ± 27,08	0,14
p		< 0,01	< 0,01	< 0,01	

Nota:*Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença entre os tempos de maturação e letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença entre os tratamentos (Fischer LSD, $p < 0,05$). CT = controle, AM = cobertura à base de amido, OE = cobertura à base de amido com óleo essencial de *Origanum vulgare*.

5.2.4 Análise de Cor Interna e Externa

A cor dos queijos é um fator importante para a aceitação do produto ao consumidor final. A análise da cor interna dos queijos (Tabela 7) demonstra que as amostras obtiveram diminuição significativa na luminosidade ($p > 0,05$). No dia 0 as amostras apresentaram o valor de 92,16 e ao final da maturação (30 dias) as amostras ficaram com valores de luminosidade entre 85,02 e 81,18. A amostra com cobertura de amido apresentou diferença significativas ($p \leq 0,05$), tendo o menor valor de luminosidade. O ângulo Hue no início da maturação foi de 82,36 e houve a diminuição para todas as amostras obtendo diferença ($p > 0,05$). O croma das amostras aumentou durante a maturação tendo diferença significativa ($p > 0,05$). Observa-se na Tabela 8 que a luminosidade reduziu de forma significativa para todas as amostras durante a maturação ($p > 0,05$), e no 30º. dia de maturação não houve diferença significativa ($p > 0,05$). O ângulo Hue das amostras no dia 0 foi de 82,36° e o valor diminuiu no final da maturação, sendo que o controle ficou em 80,95° e as amostras AM e OE apresentaram 80,38° e 81,18° respectivamente. Esse resultado foi maior quando comparado ao Córdoba *et al.* (2021) no qual

os pesquisadores avaliaram em 60 dias os queijos *paipa* com cobertura de fécula de batata e os resultados foram em torno de 75,1°. Resultado maior foi encontrado pelos autores Silva *et al.* (2023), o queijo muçarela revestido com a adição de farinha de casca de banana madura e amido de milho em 28 dias de avaliação o resultado foi de 87,99°. A variação dos resultados depende da coloração da solução do revestimento e características do leite utilizado na produção do queijo, pois no leite há presenças de β -carotenos (Silva *et al.*, 2023). Os valores de tonalidade no final da avaliação ficaram entre 78,23° e 75,63°, ou seja, estão próximos do ângulo de 90°, indicativo de coloração amarela (Minolta, 2015). O croma dos queijos aumentou durante a maturação tendo diferença significativa ($p > 0,05$).

Tabela 7. Avaliação da cor interna do queijo duro com diferentes coberturas.

Parâmetros	Dias	Tratamentos			p
		CT	AM	OE	
L*	0	92,16 ^{Aa} ±0,42	92,16 ^{Aa} ±0,42	92,16 ^{Aa} ±0,42	1,00
	30	85,08 ^{Ba} ±1,88	82,13 ^{Bb} ±1,84	83,44 ^{Bab} ±1,37	0,05
	p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Croma	0	16,83 ^{Aa} ±0,46	16,83 ^{Aa} ±0,46	16,83 ^{Aa} ±0,46	1,00
	30	23,03 ^{Ba} ±0,63	22,99 ^{Bb} ±0,49	23,60 ^{Bb} ±0,38	< 0,01
	p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Hue	0	82,36 ^{Aa} ±0,30	82,36 ^{Aa} ±0,30	82,36 ^{Aa} ±0,30	1,00
	30	80,95 ^{Ba} ±0,14	80,38 ^{Bb} ±0,48	81,18 ^{Ba} ±0,16	<0,01
	p	< 0,01	< 0,01	< 0,01	

Nota:*Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença entre os tempos de maturação e letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam significativa entre os tratamentos (Fischer LSD, $p < 0,05$). CT = controle, AM = cobertura à base de amido, OE = cobertura à base de amido com óleo essencial de *Origanum vulgare*.

Tabela 8. Análise cor externa do queijo duro com diferentes coberturas.

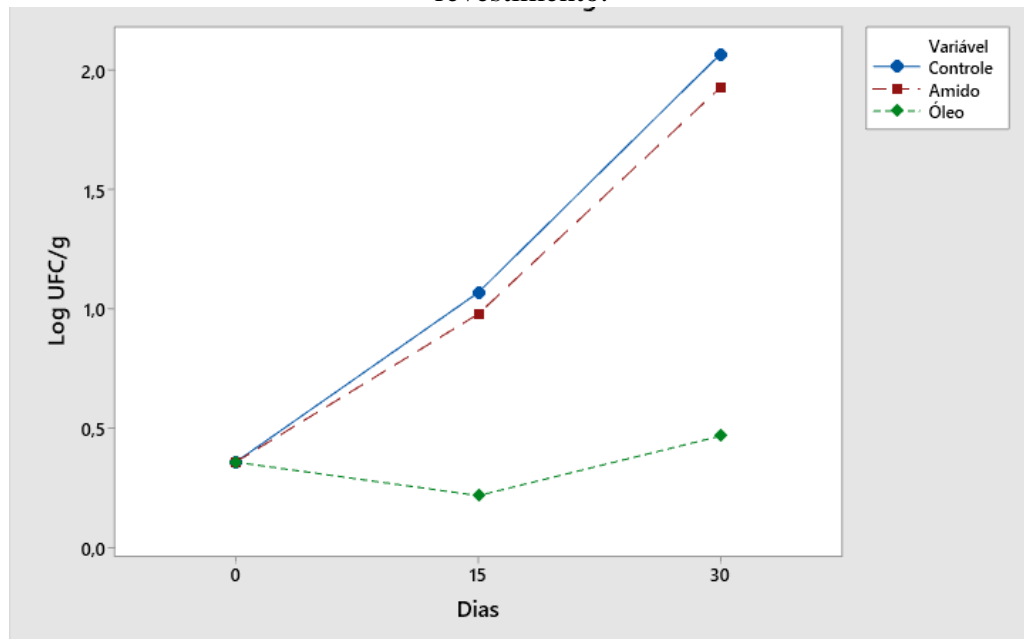
Parâmetros	Dias	Tratamentos			p
		CT	AM	OE	
L*	0	92,53 ^{Aa} ±1,06	92,53 ^{Aa} ±1,06	92,53 ^{Aa} ±1,06	1,00
	30	77,37 ^{Ba} ±1,81	77,72 ^{Ba} ±1,51	78,49 ^{Ba} ±1,25	0,59
	p	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Croma	0	16,41 ^{Ba} ±0,26	16,41 ^{Aa} ±0,26	16,41 ^{Aa} ±0,26	1,00
	30	35,30 ^{Aab} ±3,65	37,12 ^{Ba} ±1,59	33,67 ^{Bb} ±1,09	0,11
	p	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hue	0	82,81 ^{Aa} ±0,13	82,81 ^{Aa} ±0,13	82,81 ^{Aa} ±0,13	1,00
	30	78,23 ^{Ba} ±0,96	75,91 ^{Bb} ±1,59	75,63 ^{Bb} ±0,22	< 0,01
	p	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Nota:*Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença entre os tempos de maturação e letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença entre os tratamentos (Fischer LSD, $p < 0,05$). CT = controle, AM = cobertura à base de amido, OE = cobertura à base de amido com óleo essencial de *Origanum vulgare*

5.2.5 Avaliação Microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas foram apresentados na Figura 15. Avaliando a contagem total nos queijos, durante os 30 dias de armazenamento, a amostra com cobertura AM teve resultados semelhantes à amostra controle CT (sem adição de cobertura), não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$), e dessa forma não teve efeito na inibição do crescimento das bactérias. Entretanto, no tratamento com OE a contagem total variou de 0,36 a 0,47 log UFC/g afetando de forma significativa ($p > 0,05$) o desenvolvimento das colônias. Estudo de Soto *et al.*, (2021), apresentou resultado semelhante, após a incorporação em revestimento de óleo essencial de laranja com xoconostle (*Opuntia oligacantha*) no queijo fresco, notou-se uma maior diminuição em contagem total de bactérias mesófilas aeróbicas em relação ao controle em 45 dias. De acordo com Jafarzadeh *et al.* (2021), os revestimentos podem funcionar como portadores de ingredientes com propriedades antioxidantes e antimicrobianas, e promover a manutenção do queijo através do controle da taxa de difusão de tais substâncias.

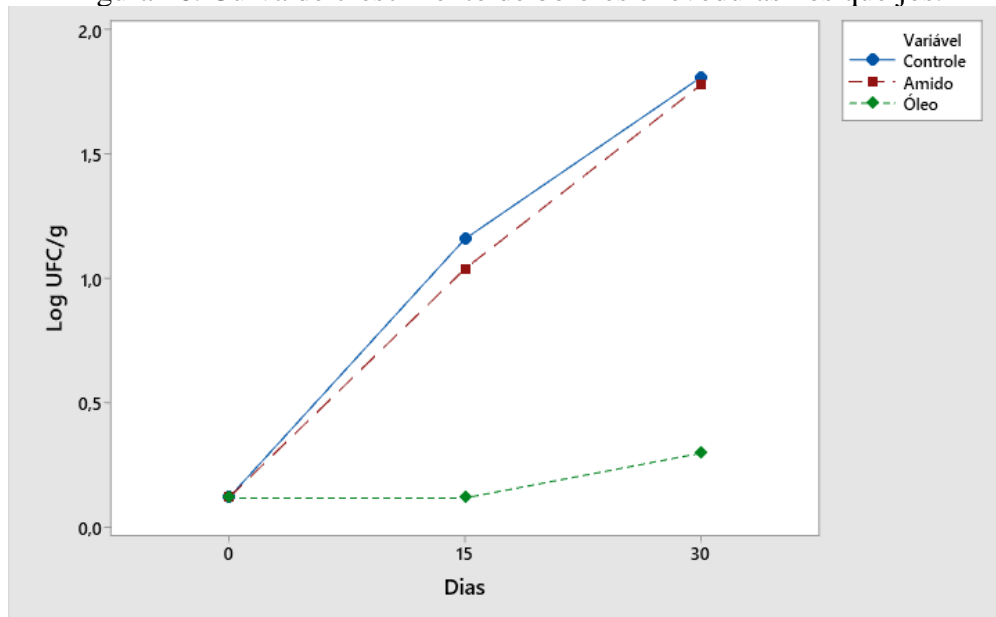
Figura 15. Curva de crescimento de contagem total bacteriana nos queijos controle e com revestimento.



Fonte: A autora (2023).

Em relação aos bolores e leveduras (Figura 16) a amostra com OE apresentou menor desenvolvimento de colônias ($p > 0,05$) sendo que nos dias 15 e 30 a contagem foi menor que 1 log UFC/g. Entre as amostras CT e AM não houve diferença estatística no mesmo período ($p > 0,05$). Guardian *et al.*, (2017), verificaram a capacidade inibitória de OE incorporado em filme biodegradável de proteína do soro em queijo *blanco* contra espécies de bolores e leveduras e os resultados demonstraram efeito antimicrobiano em 30 dias de avaliação. Segundo os autores Britto & Rossi (2005), bolores e leveduras são indicadores da eficiência do processo de higienização de equipamentos e utensílios, do tratamento térmico durante o processamento dos alimentos e das condições de armazenamento da matéria-prima (Schuh *et al.*, 2022). Nos queijos, são responsáveis pela deterioração quando armazenados em condições inadequadas. A hidrofobicidade do OE permite que ocorra a penetração na parede celular da bactéria, o que subsequentemente rompe a parede celular, causando aumento da permeabilidade e liberação de materiais intracelulares (Aljaafari *et al.*, 2021).

Figura 16. Curva de crescimento de bolores e leveduras nos queijos.



Fonte: A autora (2023).

5.2.6 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada com 177 provadores não treinados, de ambos os sexos com idade entre 17 à 61 anos, sendo 57,1% mulheres, 42,4% homens e 0,5% preferiram não informar. Os resultados foram analisados após a aplicação do teste sensorial de aceitação e *Check-all-that-apply* (CATA), de acordo com a metodologia de Ares *et al.*, (2007).

5.2.6.1 Teste de Aceitabilidade

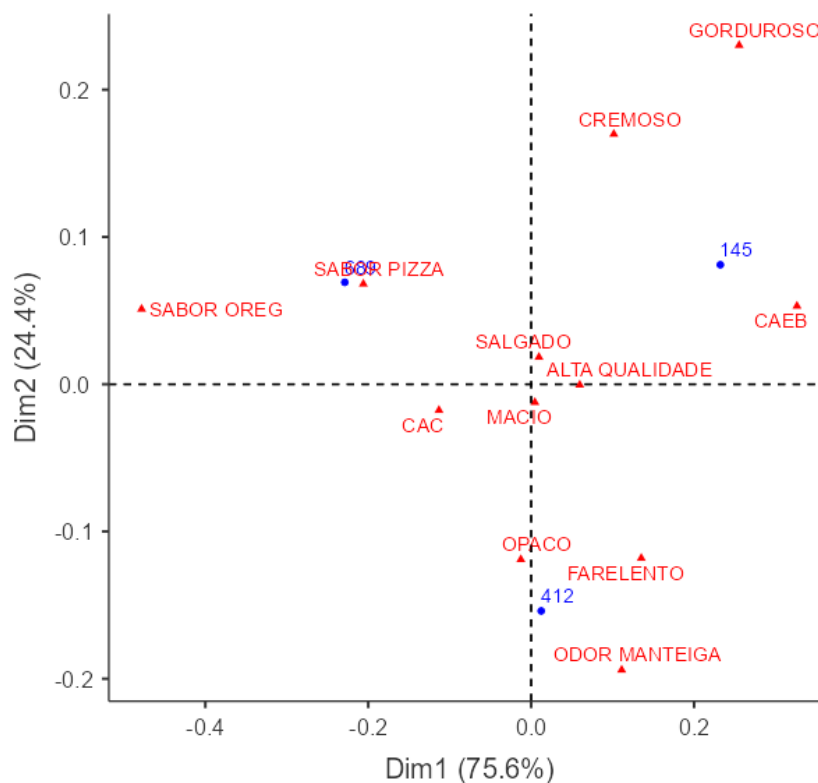
O resultado do teste após 30 dias demonstrou que o queijo com cobertura de amido obteve maior aceitabilidade entre os provadores sendo 76,52%, seguido do queijo com revestimento de óleo essencial de orégano com 74,58%. Entre as amostras, o queijo controle obteve a porcentagem menor de aceitabilidade (70,06%), tendo diferença significativa ($p > 0,05$) após teste de *T*. Contudo, de forma geral, as três amostras obtiveram boa aceitabilidade, pois de acordo com Dutcosky (2019), amostras com percentuais maiores que 70% apresentam boa aceitabilidade). Schuh *et al.*, (2022) realizou o teste de aceitabilidade em queijo tipo *Quark* com adição de 0,05% de óleo essencial de *Origanum vulgare*, e o estudo demonstrou que a amostra com OE apresentou melhores pontuações em características como odor e sabor (7,78 e 7,24),

comparado ao controle de (7,29 e 7,77) respectivamente ($p > 0,05$). A incorporação de óleos essenciais em concentrações sinérgicas no queijo pode ser uma estratégia promissora para sua preservação; entretanto, as quantidades destes óleos devem ser cuidadosamente selecionadas considerando seus possíveis impactos na aceitação e intenção de compra deste produto (Diniz *et al.*, 2020).

5.2.6.2 Check-All-That-Apply

Os resultados de *Check-all-that-apply* (CATA) foram obtidos a partir da tabela de frequência e utilizando a análise de correspondência, obtendo a correlação dos descritores significativos para as amostras de queijo. Os descritores significativos foram: cremoso, gorduroso, cor amarela escuro, brilhante, alta qualidade, salgado, sabor pizza, sabor orégano, macio, cor amarelo claro, opaco, farelento, odor manteiga. A representação bidimensional da correlação das amostras e os termos podem ser observados na Figura 17.

Figura 17. Representação bidimensional da correlação das amostras e atributos.



Nota: 145 = controle, 412 = cobertura à base de amido, 689 = cobertura à base de amido com óleo essencial de *Origanum vulgare*; CAEB = Cor amarelo escuro brilhante, CAC = Cor amarelo claro (CAC).

Fonte: A autora (2023).

A análise de correspondência bidimensional explica que possivelmente existem atributos que diferenciam uma amostra da outra, A amostra controle (145) se destaca pelos termos cremoso, cor amarelo escuro brilhante (CAEB), alta qualidade e salgado. Para a amostra com cobertura de amido (412) destacam-se os atributos macio, opaco, cor amarelo claro (CAC), farelento e odor manteiga. O aroma manteiga no queijo é resultado dos compostos produzidos pelas bactérias lácticas adicionadas ao processo. O queijo com cobertura de amido acrescido de óleo essencial de orégano foi descrito como sabor pizza e sabor orégano (689).

Silva *et al.* (2019) estudaram a adição de óleo essencial de *Origanum vulgare* e *Rosmarinus officinalis* em queijo fresco, e na análise sensorial os avaliadores observaram nas amostras sabor menta e aroma refrescante. Essas características no sabor se devem aos terpenóides presente no OE como timol e carvacrol, que tem sido relatado por produzir um sabor adstringente refrescante em matrizes alimentares (Barbosa *et al.*, 2016).

Como os OE possuem aroma e sabor intenso, a utilização em altas concentrações nas formulações dos alimentos pode resultar em defeitos sensoriais, e uma forma de utilização sem ter um efeito negativo nas propriedades sensoriais é incorporar os OE em filmes e revestimentos comestíveis. Nesse sentido, a transmissão de componentes antimicrobianos do filme ou revestimento para o alimento é lenta e uma atividade antimicrobiana de longo prazo pode ser alcançada (Khorshidian *et al.*, 2018).

6 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstra que a aplicação dos revestimentos afetou as propriedades físico-químicas, microbiológicas e de textura, bem como a proteólise dos queijos duros. Os queijos revestidos obtiveram influência positiva nas características de textura, como a mastigabilidade e dureza. O queijo revestido com o óleo essencial de *Origanum vulgare* foi associado no teste sensorial com sabor pizza e sabor orégano. Apesar da associação o queijo teve uma boa aceitação entre os consumidores, assim como o queijo contendo apenas o revestimento de amido. Sobre o índice de maturação dos queijos revestidos nota-se que o atraso ocorreu e umas das razões pode ser a influência na atividade da enzima protease, no entanto, são necessárias mais pesquisas para demonstrar a integração dos revestimentos na atividade enzimática. A avaliação microbiológica no queijo com revestimento de óleo essencial se mostrou eficaz na contagem de bolores e leveduras e contagem total, para a preservação do produto em 30 dias de maturação.

A pesquisa demonstrou vantagens na aplicação de revestimentos biodegradáveis de fécula de mandioca, uma vez que esse revestimento concede propriedades de barreira ao produto. E a incorporação do óleo essencial de *Origanum vulgare* na matriz polimérica do amido resultou no atraso da deterioração microbiana, e acrescentou características de sabor no produto. Portanto, a sua utilização é viável como alternativa natural na preservação no queijo.

REFERÊNCIAS

- ALJAAFARI, M. N.; AIALI, O. A.; BAQAIS, L.; ALQUBAISY, M.; AIALI, M.; MOLOUKI, A.; ABDULLAH, O. J.; ABUSHELAIBI, A.; LAI, S. K.; LIM, E. H. S. An overview of the potential therapeutic applications of essential oils. **Molecules**, v. 26, n. 3, 2021.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, (APHA). **Standard Methods for Examination of Dairy Products**. Washington: Ed.16, 1994.
- AMINIFAR, M.; HAMEDI, M.; EMAM-DJOMEH, Z.; MEHDINIA, A. Microstructural, compositional and textural properties during ripening of lighvan cheese, a traditional raw sheep cheese. **Journal of Texture Studies**, v. 41, n. 4, p. 579–593, 2010.
- AOAC. **Official Methods of Analysis Arlington Association of Official Analytical Chemists**, 2016.
- ARES, G.; GONÇALVEZ, D.; PÉREZ, C.; REOLÓN, G.; SEGURA, N.; LEMA, P; GÁMBARO, A. Influence of gelatin and starch on the instrumental and sensory texture of stirred yogurt. **International Journal of Dairy Technology**, v. 60, p. 263-269, 2007.
- ARES, G.; REIS, F.; OLIVEIRA, D.; ANTÚNEZ, L.; VIDAL, L.; GIMÉNEZ, A.; JAEGER, S. R. Recommendations for use of balanced presentation order of terms in CATA questions for sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 46 p. 137-141, 2015.
- ARTIGA-ARTIGAS, M.; ACEVEDO-FANI, A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Improving the shelf life of low-fat cut cheese using nanoemulsion-based edible coatings containing oregano essential oil and mandarin fiber. **Food Control**, v. 76, p. 1–12, 2017.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97. 2014.
- BARBANO, D. M.; LYNCH, J. M.; FLEMING, J. R. Direct and indirect determination of true protein content of milk by Kjeldahl analysis: Collaborative study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, v. 74, p. 281. 1991.
- BARBOSA, I. M.; MEDEIROS, J. A. C.; OLIVEIRA, K. Á. R.; et al. Efficacy of the combined application of oregano and rosemary essential oils for the control of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis* in leafy vegetables. **Food Control**, v. 59, p. 468–477, 2016.
- BERTI, S.; OLLÉ RESA, C. P.; BASANTA, F.; GERSCHENSON, L. N.; JAGUS, R. J. Edible coatings on Gouda cheese as a barrier against external contamination during ripening. **Food Bioscience**, v. 31, p. 100447, 2019.
- BERTOLINO, M.; DOLCI, P.; GIORDANO, M.; ROLLE, L.; ZEPPA, G. Evolution of chemico-physical characteristics during manufacture and ripening of Castelmagno PDO cheese in wintertime. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p. 1001–1011, 2011.

BRASIL. Portaria n.º 146 de 08 de setembro de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos lácteos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 11 set.1997.

BRASIL. Portaria n.º 146 de 07 de março de 1996. Regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 07 mar.1996.

BRASIL. Instrução normativa n.º 211, de 1.º de março de 2023, ANVISA. Estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 01 mar.2023.

BRASIL. Embrapa Informação Tecnológica. Queijo Prato - Embrapa Informação Tecnológica. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11887/2/00076230.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

BRITTO, C. S.; ROSSI, D. A. Bolores e leveduras, coliformes totais e fecais em sucos de laranja in natura e industrializados não pasteurizados comercializados na cidade de Uberlândia-MG. **Bioscience Journal**, v. 21, p. 133-140, 2005.

CAMILO, P. J. **Formação, dinâmica e a reestruturação da cadeia produtiva do leite na região de Jales-SP**. (Tese doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, p. 321, 2018.

CANO EMBUENA, A. I.; NÁCHER, C. M.; BOIX, C. A.; LOPIS, M. B.; MARTÍNEZ, C. B. M.; MARTÍNEZ, G. C. Quality of goat's milk cheese as affected by coating with edible chitosan-essential oil films. **International Journal of Dairy Technology**, v. 70, n. 1, p. 68–76, 2017.

CLSI. Characterization and Qualification of Commutable Reference Materials for Laboratory Medicine; Approved Guideline. **CLSI document EP30-A**. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2014.

CORRIGAN, B. KILCAWLEY, K. SHEEHAN, J. Validation of a reversed-phase high-performance liquid chromatographic method for the quantification of primary proteolysis during cheese maturation. **International Journal of Dairy Technology**, v. 74, p.672, 2021.

CHANG, Q.; ZHENG, B.; ZHANG, Y.; ZENG, H. A comprehensive review of the factors influencing the formation of retrograded starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 186, p. 163–173, 2021.

CHEN, Y.; MACNAUGHTAN, W.; JONES, P.; YANG, Q.; FOSTER, T. The state of water and fat during the maturation of Cheddar cheese. **Food Chemistry**, v. 303, p. 125390, 2020.

COSTA, B. G. R.; SOBRAL, D.; TEODORO, M. A. V.; JUNIOR, C. G. C. L. PAULA, J. C. J.; LANDIN, B. T.; OLIVEIRA, B. M. Sodium substitutes in Prato cheese: Impact on the physicochemical parameters, rheology aspects and sensory acceptance. **LWT-Food Science and Technology**, v. 90, p. 643-649, 2018.

CUENCA, P.; ALBANI, O. Biodegradable Active Films to Improve the Preservation of Regional Cheese During Refrigerated Storage. **Food and Bioprocess Technology**, n. 0123456789, 2023.

DI PIERRO, P.; SORRENTINO, A.; MARINIELLO, L.; GIOSAFATTO, C. V. L.; PORTA, R. Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 10, p. 2324–2327, 2011.

DINIZ-SILVA, H. T.; BRANDÃO, L. R.; DE SOUSA GALVÃO, M.; MADRUGA, M. S.; MACIEL, J. F.; SOUZA, E. L.; MAGNANI, M. Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Escherichia coli* O157:H7 in Minas Frescal cheese made with oregano and rosemary essential oils. **Food Microbiology**, v. 86, p. 103348, 2020.

DE RENSIS, C. M. V. B.; PETENATE, A. J.; VIOTTO, W. H. Chemical composition, rheological and sensorial characterization of reduced fat prato cheese. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 488-494, 2009.

DONNELLY, C. ALISTE, A. A. M.; ARDING, K.; BEHR, E.; HEINZELMANN, U., KINDSTEDT, S. P.; LEACH, M.; LICITRA, G.; LORTAL, S.; PAXSON, H.; PERCIVAL, B. **The Oxford Companion to Cheese**. v. 31, p. 82, 2017.

DONSÌ, F.; ANNUNZIATA, M.; SESSA, M.; FERRARI, G. Nanoencapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 9, p. 1908–1914, 2011.

DUTRA, T. V.; CASTRO, J. C.; MENEZES, J. L.; RAMOS, T. R.; PRADO, I. N.; JUNIOR, M. M.; MIKCHA, J. M. G. FILHO, B. A. A. Bioactivity of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil against *Alicyclobacillus* spp. **Industrial Crops and Products**, v. 129, p. 345–349, 2019.

EL HALAL, S. L. M.; KRINGEL, D. H.; ZAVAREZE, E. DA R.; DIAS, A. R. G. Methods for extracting cereal starches from different sources: a review. **Starch/ Stärke**, 1900128, 2019.

ELSHAFIE, H. S.; CAMELE, I. An overview of the biological effects of some mediterranean essential oils on human health. **BioMed Research International**, p. 1–14, 2017.

ESPARVARINI, Z.; BAZARGANI-GILANI, B.; PAJOHI-ALAMOTI, M.; NOURIAN, A. Gelatin-starch composite coating containing cucumber peel extract and cumin essential oil: Shelf life improvement of a cheese model. **Food Science and Nutrition**, v. 10, n. 3, p. 964–978, 2022.

FAO. Dairy market review. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Ed. March, p. 1–15, 2020.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, ed. 4, p. 526- 528, 2019.

FERRAZ, A. R.; GOUL, M.; SANTO, C. E.; LU, M.; PINTADO, C. M. B. S. Novel, edible melanin-protein-based bioactive films for cheeses: antimicrobial, mechanical and chemical characteristics. **Foods**, v.12, p.1806, 2023.

FOX, F. P.; GUINEE, P. T.; COGAN, M. T.; MCSWEENEY, H. L. P. **Fundamentals of Cheese Science**, 2 ed., New York 2017: Springer, 2017.

FURTADO, M. M.; NETO, J. P. M. L. **Tecnologia de Queijos: Manual Técnico para a Produção Industrial de Queijos**. São Paulo: Dipemar, 1994.

GONZÁLEZ-FORTE, L. DEL S.; AMALVY, J. I.; BERTOLA, N. Corn starch-based coating enriched with natamycin as an active compound to control mold contamination on semi-hard cheese during ripening. **Heliyon**, v. 5, n. 6, 2019.

GOBBETTI, M.; NEVIANI, E.; FOX, P.; VARANINI, G. M. **The cheeses of Italy: Science and technology**. v. 1, p. 1- 267, 2018. ISBN 978-3-319-89853-7

GONZÁLEZ-SOTO, R. A.; NÚÑEZ-SANTIAGO, M. C.; BELLO-PÉREZ, L. A. Preparation and partial characterization of films made with dual-modified (acetylation and crosslinking) potato starch. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 6, p. 3134–3141, 2019.

GURDIAN, C.; CHOULJENKO, A.; SOLVAL, K. M. Application of edible films containing oregano (*Origanum vulgare*) essential oil on queso blanco cheese prepared with flaxseed (*Linum usitatissimum*) oil. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 6, p. 1395–1401, 2017.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Primeira Edição Eletrônica. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

JAFARZADEH, S.; JAFARI, S. M. Impact of metal nanoparticles on the mechanical, barrier, optical and thermal properties of biodegradable food packaging materials. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, p. 2640-2658, 2021.

JAEGER, R. S.; CHHEANG, L. S.; JIN, D.; ROIGARD, M. C.; ARES, G. Check-all-that-apply (CATA) questions: Sensory term citation frequency reflects rated term intensity and applicability. **Food Quality and Preference**, v. 86, p. 103986, 2020.

KAWASE, K. Y. F. **Obtenção, caracterização e aplicação do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.)** (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013.

KHORSHIDIAN, N.; YOUSEFI, M.; KHANNIRI, E.; MORTAZAVIAN, A. M. Potential application of essential oils as antimicrobial preservatives in cheese. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 45, p. 62–72, 2018.

KIM, R. M.; HEO, J.; KWAK, S. H. Comparison of sensory profiles by two different check-all-that-apply (CATA) terms developed from trained panelists and naïve consumers. **Food Quality and Preference**, v. 109, p. 104902, 2023.

KOTAN, T. E.; GÜRBÜZ, Z.; DAGDEMİR, E.; MUSTAFA, S. E.; Utilization of edible coating based on quince seed mucilage loaded with thyme essential oil: Shelf life, quality, and ACE-inhibitory activity efficiency in Kaşar cheese. **Food Bioscience**, v. 54, p. 102895, 2023.

KRÓL, B.; KOŁODZIEJ, B.; KĘDZIA, H. E.; SUGIERA, D.; LUCHOWSKAA, K.; Date of harvesting affects yields and quality of *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 12, p. 5432–5443, 2019.

KRINGEL, D. H.; EL HALAL, S. L. M.; ZAVAREZE, E. DA R.; DIAS, A. R. G. Methods for the extraction of roots, tubers, pulses, pseudo cereals, and other unconventional starches sources: A review. **Starch**, [s.l.] 1900234, 2020.

KSOUDA, G.; SELLIMI, S.; MERLIER, F.; CORDINB, F. A.; THOMASSETB, B.; NASRIA, M.; HAJJIA, M. Composition, antibacterial and antioxidant activities of *Pimpinella saxifraga* essential oil and application to cheese preservation as coating additive. **Food Chemistry**, v. 288, p. 47–56, 2019.

LO CANTORE, P.; IACOBELLIS, N. S.; DE MARCO, A.; CAPASSO, F.; SENATORE, F. Antibacterial activity of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare* (Miller) essential oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 26, p. 7862–7866, 2004.

LÓPEZ-CÓRDOBA, A. Feasibility of using carvacrol/starch edible coatings to improve the quality of paipa cheese. **Polymers**, v. 13, n. 15, p. 2516, 2021.

LUKAS, B.; SCHMIDERER, C.; NOVAK, J. Essential oil diversity of European *Origanum vulgare* L. (Lamiaceae). **Phytochemistry**, n. 119, p. 32-40, 2015.

MATHEUS, J. R. V.; FARIAS, P. M.; SATORIVA, J. M.; ANDRADE, C. J.; FAI, A. E. C. Cassava starch films for food packaging : Trends over the last decade and future research. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 225, p. 658–672, 2023.

MCSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. **Advanced Dairy Chemistry. Proteins: Basic Aspects**, 4th ed., v. 1A, p. 43–85. Springer, 2013.

MCSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F.; COTTER, P. D.; EVERETT, D. W. **Cheese Chemistry, Physics & Microbiology**. 4^o ed. San Diego: Elsevier, 2017.

MENEZES, P.; BRITO M.; LUCCHESI A.; LIMA J.; RIBEIRO L.; SILVA F. Atividade farmacológica de óleos essenciais no sistema respiratório: uma revisão sistemática de estudos pré-clínicos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, 14, n. 3, p. 16-31, 2017.

MICHALAKI, A.; KARANTONIS, H.C.; KRITIKOU, A.S.; THOMAIDIS, N.S.; DASENAKI, M.E. Ultrasound-assisted extraction of total phenolic compounds and antioxidant activity evaluation from oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) Using response surface methodology and identification of specific phenolic compounds with HPLC-PDA and Q-TOF-MS/MS. **Molecules**, v.28, p. 2033, 2023.

MILERIENE, J.; SERNIENE, L.; HENRIQUES, M.; GOMES, D.; PEREIRA, C.; KONDROTIENE, K.; KASETIENE, N.; LAUCIENE, L.; SEKMOKIENE, D.;

MALAKAUSKAS, M. Effect of liquid whey protein concentrate–based edible coating enriched with cinnamon carbon dioxide extract on the quality and shelf life of Eastern European curd cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 2, p. 1504–1517, 2021.

MINOLTA, K. Compreendendo o Espaço de Cor CIE L*C*h. Disponível em: <https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/compreendendo-o-espaco-de-cor-cie-lch/> >. 2015. Acesso em 20 de abril, 2022.

MOLINA-HERNANDEZ, J. B.; ECHEVERRI-CASTRO, A.; MARTÍNEZ-CORREA, H. A.; ANDRADEMAHECHA, M. M. Edible coating based on achira starch containing garlic/oregano oils to extend the shelf life of double cream cheese. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 73, p. 9099–9108, 2020.

NIIMI, J.; EDDY, A. I.; OVERINGTON, A. R.; SILCOCK, P.; BREMER, P. J.; DELAHUNTY, C. M. Sensory Interactions between Cheese Aroma and Taste. **Journal of Sensory Studies**. V. 30, p. 247-257, 2015.

NOGUEIRA, A.; IVO, M. D.; MARINHO, T. M.; SALEM, R. D. S. Escola Tecnológica de Leite e Queijos dos Campos Gerais. **Prêmio Extensão Universitária UEPG 2015 : Narrativas e Reflexões**. 1º ed, p. 30, 2017. Ponta Grossa: 2017.

NOTTAGH, S.; HESARI, J.; PEIGHAMBARDUST, S. H.; REZAEI-MOKARRAM, R.; JAFARIZADEH-MALMIRI, H. Effectiveness of edible coating based on chitosan and Natamycin on biological, physico-chemical and organoleptic attributes of Iranian ultra-filtrated cheese. **Biologia**, v. 75, n. 4, p. 605–611, 2020.

PAPADEMAS, P.; BINTSIS, T. **Global cheesemaking technology: Cheese quality and characteristics**. 1 ed, v. 1, p. 1- 461, 2017.

PAULA. D. M. B.; GOZZI. P. W.; KRINGEL. H. D.; PELOSO. F. E.; CUSTÓDIO. B. **Química & Bioquímica de Alimentos**. 1 ed. MG, v. 1, p. 31- 65, 2021.

PRAKASH, B.; KIRAN, S. Essential oils: A traditionally realized natural resource for food preservation. **Current Science**, v. 110, n. 10, p. 1890–1892, 2016.

PENNA, A. L. B.; GIGANTE, M. L.; TODOROV, S. D. Artisanal brazilian cheeses-history, marketing, technological and microbiological aspects. **Foods**, v. 10, n. 7, p. 2-21, 2021.

PODDER, R.; AL IMAM, M. H.; JAHAN, I.; YUNUS, F. M.; MUHIT, M.; VANDENBERG, A. Sensory Acceptability of Dual-Fortified Milled Red and Yellow Lentil (*Lens culinaris Medik.*) Dal in Bangladesh. **Foods**, v. 9, p. 1-18, 2020.

PRINCIPATO, M. A.; CASCONE, S.; CENCI GOGA, B. T.; MORETTA, I.; PRINCIPATO, S. Alistag™, a new coating agent for aging cheese and hams. **Italian Journal of Food Safety**, v. 7, n. 2, p. 76–78, 2018.

PROBST, I. D. S. (2012). **Atividade antibacteriana de óleos essenciais e avaliação de potencial sinérgico**. (Dissertação de mestrado). Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil.

RIBES, S.; FUENTES, A.; BARAT, J. M. Effect of oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*) and clove (*Eugenia* spp.) nanoemulsions on *Zygosaccharomyces bailii* survival in salad dressings. **Food Chemistry**, v. 295, p. 630–636, 2019.

ROZIN, P.; FALLON, A. E. A perspective on disgust. **Psychological Review**, v. 94, p. 23, 1987.

SEMIZ, G.; SEMIZ, A.; MERCAN-DOĞAN, N. Essential oil composition, total phenolic content, antioxidant and antibiofilm activities of four origanum species from southeastern turkey. **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 194–204, 2018.

SANTOS, J. R. N. DOS; TELES, A. M.; FERREIRA, C. G.; MOUCHREK, A. N. Avaliação da atividade bactericida e antioxidante do óleo essencial e do extrato hidroalcoólico de orégano (*Origanum vulgare*). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e7829108410, 2020.

SAPPER, M.; PALOU, L.; PÉREZ-GAGO, M. B.; CHIRALT, A. Antifungal Starch-Gellan Edible coatings with thyme essential oil for the postharvest preservation of apple and persimmon. **Coatings**, v. 9, n. 5, p. 2-15, 2019.

SCHUH, J.; BATISTELLI, P.; GARGETTI, A.; ZAPPAROLI, A.; BALSAN, T. I.; GILIOLI, A.; ZANETTI, V. C.; FORALOSSO, F. B.; JUNIOR, A. V.; FRONZA, N.; VERRUCK, S.; SILVEIRA, S. M. Basil, marjoram, nutmeg and oregano essential oils as natural preservatives of Quark-type cheese. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 1–10, 2022.

SERNA, P. C.; PENNA, A. L. B.; LOPES, F. J. F. Zein-based blend coatings: Impact on the quality of a model cheese of short ripening period. **Journal of Food Engineering**, v. 171, p. 208–213, 2016.

SHOKRI, S.; PARASTOUEI, K.; TAGHDIR, M.; ABBASZADEH, S. Application an edible active coating based on chitosan- *Ferulago angulata* essential oil nanoemulsion to shelf life extension of Rainbow trout fillets stored at 4 °C. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 153, p. 846–854, 2020.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, n. 299, p. 152-178. 1999.

SILVA, H. T. D.; SOUSA, J. B.; GUEDES, J. S.; et al. A synergistic mixture of *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils to preserve overall quality and control *Escherichia coli* O157:H7 in fresh cheese during storage. **Lwt - Food Science and Technology** v. 112, p. 107781, 2019.

SILVA, V. D. M.; NERIS DOS SANTOS, A.; MACEDO, M. C. C.; RODRIGUES, C. G.; CORREIA, V. T. V.; LACERDA, I. C. A.; FANTE, C. A. Physicochemical evaluation of coated and interleaved cheeses with films of ripe banana peel and starch enriched with extract of loquat leaves. **Food Chemistry Advances**, v. 2, p. 100276, 2023.

STANCU, V.; BRUNSO, K.; KRYSTALLIS, A.; GUERRERO, L.; SANTA CRUZ, E.; PERAL, I. European consumer segments with a high potential for accepting new innovative

fish products based on their food-related lifestyle. **Food Quality and Preference**, v. 99, p. 1-15, 2022.

STATISTA RESEARCH DEPARTMENT. Major cheese producing countries in 2020. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/195809/cheese-production-in-selected-countries-2009>. Acesso em: 18 de Setembro de 2021.

STATISTA RESEARCH DEPARTMENT. Leading countries of destination for cheese exports from Brazil in 2019. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/616930/export-volume-cheese-brazil-country-of-destination/>. Acesso em: 10 de Outubro de 2021.

SONG, X.; ZUO, G.; CHEN, F. Efeito do óleo essencial e do surfactante nas propriedades físicas e antimicrobianas dos filmes de amido de milho e trigo. **International Journal of Biological Macromolecules**, n. 107, p. 1302-1309, 2018.

SOTO, E. P.; GALINDO, A. J. C.; MANZANO, S. O. E.; FERNÁNDEZ, M. J. F.; URQUIZO, F. E. L.; ALVARADO, R. J.; VELÁZQUEZ, A. P. Z.; MONTIEL, R. G. C. The Addition of Microencapsulated or Nanoemulsified Bioactive Compounds Influences the Antioxidant and Antimicrobial Activities of a Fresh Cheese. **Molecules**, n. 8, v. 26, p. 1-16, 2021.

SOUZA, R. J.; CARVALHO, J. P.; SOUSA, J. F.; TAVARES, D.; SCHAFFNER, E. L. Effects of the essential oil from *Origanum vulgare* L. on survival of pathogenic bacteria and starter lactic acid bacteria in semi hard cheese broth and slurry. **Journal of Food Protection**, n. 79, p. 246-252, 2016.

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

SUNTRES, Z. E.; COCCIMIGLIO, J.; ALIPOUR, M. The bioactivity and toxicological actions of carvacrol. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n.3, p. 304-318, 2015.

TARANCÓN, P.; TÁRREGA, A.; ALEZA, P.; BESADA, C. Consumer Description by Check-All-That-Apply Questions (CATA) of the Sensory Profiles of Commercial and New Mandarins. Identification of Preference Patterns and Drivers of Liking. **Foods**, v. 9, p. 1-13, 2020.

TORRICO, D. D.; FUENTES, S.; VIEJO, C. G.; ASHMAN, H.; DUNSHEA, F. R. Cross-cultural effects of food product familiarity on sensory acceptability and non-invasive physiological responses of consumers. **Food Research International**, v. 115, p. 439-450, 2019.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), **Dairy production and trade developments**. United States Department of Agriculture, 2020.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA), **Cheese Per Capita**. United States Department of Agriculture, 2019.

VAKALERIS, D. G.; PRICE, W. V. A Rapid spectrophotometric method for measuring cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, v. 42, n. 2, p. 264–276, 1959.

YANGILAR, F.; OĞUZHAN YILDIZ, P. Casein/natamycin edible films efficiency for controlling mould growth and on microbiological, chemical and sensory properties during the ripening of Kashar cheese. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 7, p. 2328–2336, 2016.

YILMAZ, F.; DAGDEMIR, E. The effects of beeswax coating on quality of Kashar cheese during ripening. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 12, p. 2582–2589, 2012.

YOUSSEF, AHMED M.; EL- SAYED, S. M. Bionanocomposites materials for food packaging application: Concepts and future outlook. **Carbohydrate Polymers**, v. 193, n. 1, p. 19–27, 2018.

YOUSSEFA, M. A.; ASSEMB, M. F.; AZIZC, A. E. M.; ELAASERB, M.; IBRAHIMB, A. O.; MAHMOUDB M.; SALAM, E. A. H. M. Development of bionanocomposite materials and its use in coating of Ras cheese. **Food Chemistry**, v. 270, p. 467–475, 2019.

ZHONG, Y.; CAVENDER, G.; ZHAO, Y. investigation of different coating application methods on the performance of edible coatings on mozzarella cheese. **Lwt - Food Science and Technology**, v. 56, n. 1, p. 1–8, 2014.

APÊNDICE A – FICHA SENSORIAL

Ficha Cata para Queijos maturados duros

Universidade Estadual de Ponta Grossa Departamento de Engenharia de Alimentos
Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos

Nome: _____ Data ____/____/____

Idade: _____ Sexo: _____

Nº Amostra : _____

1) Por favor, prove a amostra e avalie quanto a Impressão Global (aparência e sabor) de acordo com a escala a seguir:

- 1 – Desgostei extremamente
- 2 – Desgostei muito
- 3 – Desgostei moderadamente
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 5 – Indiferente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 7 – Gostei moderadamente
- 8 – Gostei muito
- 9 – Gostei extremamente

Nota: _____

Marque com um X em **TODAS** as características que se aplicam na amostra que você provou:

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Cremoso | <input type="checkbox"/> Alta qualidade |
| <input type="checkbox"/> Cor amarela escura Brilhante | <input type="checkbox"/> Opaco |
| <input type="checkbox"/> Odor menta | <input type="checkbox"/> Sabor menta |
| <input type="checkbox"/> Odor de iogurte | <input type="checkbox"/> Gorduroso |
| <input type="checkbox"/> Sabor orégano | <input type="checkbox"/> Odor orégano |
| <input type="checkbox"/> Odor manteiga | <input type="checkbox"/> Salgado |
| <input type="checkbox"/> Sabor pizza | <input type="checkbox"/> Amargo |
| <input type="checkbox"/> Ácido | <input type="checkbox"/> Macio |
| <input type="checkbox"/> Farelento | <input type="checkbox"/> Sabor residual amargo |
| <input type="checkbox"/> Cor amarela claro | <input type="checkbox"/> Baixa qualidade |
| <input type="checkbox"/> Creme | <input type="checkbox"/> Sabor Refrescante |

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Universidade Estadual de Ponta Grossa Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
 COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS Av.: Gen. Carlos Cavalcanti,
 4748 CEP: 84030-900 Bloco M, Sala 100 Campus Uvaranas Ponta Grossa Fone: (42)
 3220.3108 e-mail: seccoep@uegp.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você _____, está sendo convidado a participar da pesquisa **"APLICAÇÃO DE COBERTURAS BIODEGRADÁVEIS EM QUEIJO DURO"** tendo como pesquisador responsável a Profª Dr Renata Dinnies Santos Salem da Universidade Estadual de Ponta Grossa e mestrande Naiara Tays Francisco Felício, da Universidade Estadual de Ponta Grossa. O objetivo da pesquisa é desenvolver queijos com cobertura de amido de mandioca, com a adição de óleo essencial de orégano. A sua participação no estudo será da seguinte forma: provar os queijos de forma individual e preencher as fichas expressando sua opinião a respeito do produto. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade. Os benefícios esperados são a disponibilidade de alimentos com segurança para o consumo e de aceitação sensorial considerável. Você estará contribuindo de forma expressiva para o sucesso dessa pesquisa. Caso você tenha mais dúvidas ou necessite maiores esclarecimentos, pode nos contatar nos endereços abaixo ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da UEPG, cujo endereço consta deste documento. Após as análises você será informado dos resultados desta pesquisa da qual participa. Sua participação é voluntária, portanto não receberá recompensa ou gratificação nem pagará para participar. Será garantido o livre acesso a todas as informações e retirada de dúvidas sobre o estudo, enfim, tudo o que você queira saber antes, durante e depois da participação na pesquisa sem prejuízo ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido, tendo também todas as dúvidas esclarecidas sobre a sua participação neste trabalho. Caso você tenha dúvidas, você poderá entrar em contato com qualquer um dos membros da pesquisa ou com a Comissão de Ética em Pesquisa da UEPG:

Naiara Tays Francisco Felício Avenida. Carlos Cavalcanti, – Uvaranas, Campus Universitário n° – 4748 Ponta Grossa /PR Telefone: (42) 98818-2836
 Comitê de Ética em Pesquisa UEPG campus Uvaranas, Bloco M, sala 100 Telefone: (42) 3220-3108.

 Assinatura pesquisador responsável
 ___ de _____ de 2023..

ANEXO A – CERTIFICADO DE ANÁLISE QUÍMICA



Universidade Federal de Minas Gerais
 Instituto de Ciências Exatas
 Departamento de Química / Colegiado de Extensão
 Telefax : (31) 3409-5724 – e-mail: núcleo@qui.ufmg.br

QUINARÍ UFMG

CERTIFICADO DE ANÁLISE QUÍMICA

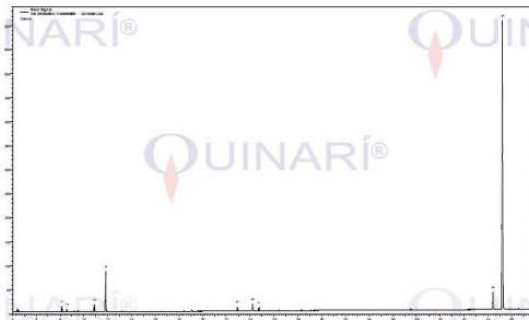
Solicitante: **QUINARÍ FRAGRÂNCIAS E COSMÉTICOS LTDA.** CNPJ: 05.424.392/0001-30

Composição Química

ÓLEO ESSENCIAL de ORÉGANO

Nome comercial: Óleo Essencial de Orégano
Nomenclatura botânica: Origanum vulgare
Parte da planta: Partes aéreas
Extração: Arraste a vapor
Origem: Estados Unidos

Pico	IR calc ^a	Constituintes ^a	%
1	1161	α-pineno	1.1
2	1172	α-terpineno	0.6
3	1235	γ-terpineno	1.6
4	1260	p-cimeno	9.3
5	1555	linalool	0.9
6	1589	β-cariofileno	1.7
7	1604	terpinen-4ol	0.8
8	2129	timol	4.5
9	2150	carvacrol	76.7
		outros	2.7



Obs: IR^a de coluna polar

Vany Ferraz

Dira Vany Ferraz
 Laboratório de Cromatografia
 Departamento de Química – UFMG
 vanyferraz@ufmg.br
 Belo Horizonte

Método de análise: Cromatografia Gasosa de Alta Resolução. Cromatógrafo a Gás AGILENT 7820A.
 Coluna: Supelcowax-10 30m x 0,2mm x 0,2 µm (Supelco). Temp.: Coluna: 50°C (3 min), 3°C/min a 200°C. Injetor: 200°C Split: 1/50. Detector FID: 22 0°C. Vol. de injeção: 1 µl.

Av. Antônio Carlos, 6627 – Campus – Pampulha – Belo Horizonte/MG-Brasil - Cep: 31.270-901