



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
BACHARELADO EM AGROINDÚSTRIA

MARIA EDUARDA GOMES DE PAIVA

**ELABORAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE ORA-PRO-
NÓBIS (*Pereskia aculeata*) E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*)
APLICADO EM QUEIJO DE COALHO**

BANANEIRAS - PB

2024

MARIA EDUARDA GOMES DE PAIVA

**ELABORAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE ORA-PRO-
NÓBIS (*Pereskia aculeata*) E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*)
APLICADO EM QUEIJO DE COALHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroindústria,
da Universidade Federal da Paraíba, em atendimento às
exigências para obtenção do Grau de Bacharel em
Agroindústria.

Orientadora: Profa. Dra. Solange de Sousa

Co-orientador: Lukas Phellipe Guedes Barbosa

BANANEIRAS - PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P149e Paiva, Maria Eduarda Gomes de.

Elaboração de revestimento comestível à base de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) e óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*) aplicado em queijo de coalho / Maria Eduarda Gomes de Paiva. - Bananeiras, 2024.
49 f. : il.

Orientação: Solange de Sousa.

Coorientação: Lukas Phellipe Guedes Barbosa.

TCC (Graduação) - UFPB/CCHSA.

1. PANC. 2. Embalagem Ativa. 3. Produto Lácteo. 4. Vida de prateleira. I. Sousa, Solange de. II. Barbosa, Lukas Phellipe Guedes. III. Título.

UFPB/BSPJAT

CDU 637.3 (043)

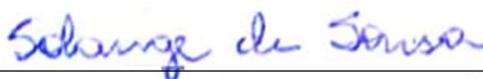
MARIA EDUARDA GOMES DE PAIVA

**ELABORAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL A PARTIR DE ORA-PRO-
NÓBIS (*Pereskia aculeata*) E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*)
APLICADO EM QUEIJO DE COALHO**

Trabalho apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroindústria do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Bacharel em Agroindústria.

Monografia julgada e aprovada em 23/10/2024

Comissão Examinadora:



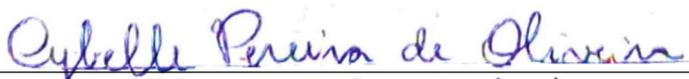
Profª. Dra. Solange de Sousa (Orientadora)
(UFPB/CCHSA/DGTA)



Lukas Phellipe Guedes Barbosa (Co-orientador)
(UFPB)



Profª. Dra. Juliana Escarião da Nóbrega (Examinadora)
(UFPB/CCHSA/DGTA)



Profª. Dra. Cybelle Pereira de Oliveira (Examinadora)
(UFPB/CCHSA/DGTA)

BANANEIRAS-PB

2024

A Deus que iluminou meu caminho e me permitiu chegar até aqui com perseverança, aos meus pais, Adriana e Roberto Paiva, que sempre fizeram de tudo para eu realizar meus sonhos. E ao meu avô, Alcides Gomes Rufino (*In memoriam*), cuja sabedoria e apoio sempre estarão comigo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me guiar e fortalecer ao longo dessa jornada acadêmica, proporcionando-me sabedoria e coragem para superar todos os desafios encontrados durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Adriana Gomes de Paiva e Roberto Lima de Paiva, agradeço o amor incondicional, apoio e incentivo constante. Obrigado por acreditarem em mim e me oferecerem as condições necessárias para que eu pudesse chegar até aqui. Nada disso seria possível sem o carinho, a paciência e o suporte de vocês.

Agradeço de coração também aos meus irmãos, Roberto Lima de Paiva Junior e Alysson Gomes de Paiva, aos meus sobrinhos, Isabella Cécilia Ferreira e Matheus Felipe Araújo de Paiva e aos demais parentes (avós, tias, tios, primos), que sempre estiveram presentes em minha vida, mesmo à distância, o carinho e o apoio de vocês foram fundamentais para me motivar e me fazer sentir amada. Saber que vocês se preocuparam e buscaram saber como eu estava me fortaleceu em momentos desafiadores.

À minha orientadora, Profa. Dra. Solange de Sousa, expresso minha imensa gratidão pela orientação, paciência e dedicação. Obrigado por compartilhar seus conhecimentos, sempre com muita atenção e cuidado, ajudando-me a crescer não apenas como estudante, mas também como profissional. Ao co-orientador, Lukas Phellipe Guedes Barbosa, sou muito grata por todas as sugestões, esclarecimentos e contribuições valiosas ao longo desse processo.

Gostaria de agradecer também a minha banca examinadora, composta pelas professoras, Profa. Dra. Juliana Escarião da Nóbrega e a Profa. Dra. Cybelle Pereira de Oliveira, por suas análises criteriosas, observações construtivas e pelo tempo dedicado à avaliação deste trabalho. Suas sugestões foram fundamentais para o aprimoramento deste trabalho.

Quero expressar minha profunda gratidão a todas as minhas amigas e amigos que adquiri no CCHSA/UFPB, principalmente, Apoena Urquiza da Silva, Fabiana Nayara da Silva Bezerra, Eulalya Joany Fidelis Dias, Mekiciene de Brito Silva e Shara Cristina da Silva Lima, que estiveram ao meu lado durante essa jornada acadêmica, me proporcionando um ambiente de aprendizado e cooperação. Cada conversa, cada momento de apoio e incentivo foram fundamentais para enfrentar os desafios e celebrar as conquistas. Vocês tornaram essa experiência ainda mais especial e significativa, e sou imensamente grata por ter compartilhado esse capítulo da minha vida com pessoas tão incríveis. Obrigada por serem parte essencial da minha trajetória.

Agradeço aos técnicos dos laboratórios, Jerônimo, Ricardo, Carlos, Luciana, Pedro Barbosa e Suzy Regis, por toda a ajuda prática e suporte técnico durante a execução dos experimentos. Sem a colaboração e o profissionalismo de vocês, a realização deste trabalho não teria sido possível.

Por fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho, meu muito obrigada!

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz,
e os seus planos serão bem-sucedidos.”
Provérbios 16:3

RESUMO

A ora-pro-nóbis tem se tornado objeto de estudo devido ao seu teor proteico, sua facilidade de digestão e por ser rica em aminoácidos essenciais. A partir desse propósito, a produção de revestimentos comestíveis com a utilização de vegetais ou de sua mucilagem como matéria-prima tem sido relatada na literatura. O queijo de coalho, juntamente com outros produtos lácteos, possui uma composição nutricional boa. No entanto, devido a essas características, são ambientes propícios para o crescimento de micro-organismos. Em vista disso, busca-se inovações em técnicas de preservação de alimentos, a incorporação de revestimentos comestíveis nos produtos alimentícios emerge como um promissor método de conservação. Objetivou-se neste trabalho desenvolver e aplicar um revestimento comestível a partir da mucilagem da ora-pro-nóbis adicionado de óleo essencial de orégano em queijo de coalho e avaliar sua qualidade físico-química, microbiológica e microscópica. Os tratamentos foram os seguintes: controle – queijo sem revestimento; queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis; queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + 0,5% de óleo essencial de orégano; queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + 1,0% de óleo essencial de orégano e 4 períodos de armazenamento. Foram preparadas as soluções filmogênicas e os queijos foram imersos por 30 segundos nas soluções. O período de armazenamento dos queijos foi de 15 dias em condições de refrigeração (5 ± 1 °C, UR% 50 ± 2). As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas nos tempos 1, 5, 10 e 15 dias. As análises de microscopia ocorreram nos tempos 1 e 15 dias. Os resultados para umidade, cinzas, pH e atividade de água, apresentaram diferença significativa ($p\leq 0,05$) pelo teste de Tukey. O resultado para *E. coli* nos queijos revestidos se mostraram em conformidade com os padrões exigidos pela legislação brasileira. Em todos os tratamentos, observou-se a presença de *Estafilococos* coagulase positiva durante o armazenamento. Para pesquisa de *Salmonella* spp. houve ausência em 25 gramas em todos os tratamentos. Os revestimentos tiveram uma boa aderência aos queijos de coalho, tanto sendo somente da mucilagem de ora-pro-nóbis, e quando adicionada de óleo essencial de orégano. Considerando suas propriedades químicas e microestruturais, a mucilagem de ora-pro-nóbis é uma alternativa promissora para substituição dos plásticos biodegradáveis e filmes comestíveis.

Palavras-chave: PANC; Embalagem Ativa; Produto Lácteo; Vida de prateleira.

ABSTRACT

The ora-pro-nóbis has become an object of study due to its protein content, its ease of digestion, and the fact it is rich in essential amino acids. Based on this purpose, the production of edible coatings using vegetables or their mucilage as raw materials has been reported in the literature. Coalho cheese, along with other dairy products, has an excellent nutritional composition. However, due to these characteristics, they are favorable environments for the growth of microorganisms. In view of this, innovations in food preservation techniques are sought, and the incorporation of edible coatings in food products emerges as a promising preservation method. The objective was to develop and apply an edible coating from the mucilage of ora-pro-nóbis added with oregano essential oil in coalho cheese and evaluate its physicochemical, microbiological and microscopic quality. The experimental design was a 4x4 factorial in triplicate, with 4 treatments (control – cheese without coating; cheese coated with ora-pro-nóbis mucilage; cheese coated with ora-pro-nóbis mucilage + 0.5% oregano essential oil; cheese coated with ora-pro-nóbis mucilage + 1.0% oregano essential oil) and 4 storage periods. The film-forming solutions were prepared and the cheeses were immersed for 30 seconds in the solutions. The cheeses were stored for 15 days under refrigeration conditions (5 ± 1 °C, RH% 50 ± 2). The physicochemical and microbiological analyses were performed at 1, 5, 10 and 15 days. And the microscopy analysis occurred at 1 and 15 days. The results for moisture, ash, pH and water activity showed significant differences ($p\leq 0.05$) using the Tukey test. The results for *E. coli* in the coated cheeses were in accordance with the standards required by Brazilian legislation. In all treatments, the presence of coagulase-positive Staphylococci was observed during storage. *Salmonella* spp. was absent in 25 grams of all treatments. The coatings adhered well to the curd cheeses, both when made only of ora-pro-nóbis and when oregano essential oil was added. Considering its chemical and microstructural properties, ora-pro-nóbis mucilage is a promising alternative to biodegradable plastics and edible films.

Key-words: PANC; Active Packaging; Dairy Product; Shelf life;

LISTA DE SIGLAS

Aa	Atividade de água
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Collaboration
BOD	Biochemical Oxygen Demand
CCHSA	Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias
FDA	Food and Drug Administration
GRAS	Generally Recognized as safe
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PANC	Planta Alimentícia Não Convencional
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIQ	Padrão de Identificação de Qualidade
PVC	Policloreto de Vinila
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UR	Umidade Relativa

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Definições dos tratamentos aplicados em queijo de coalho	27
Tabela 02. Valores médios de umidade dos queijos de coalho em função dos revestimentos e do tempo de armazenamento refrigerado	31
Tabela 03. Valores médios de Cinzas dos queijos de coalho em função dos revestimentos e do tempo de armazenamento refrigerado.....	32
Tabela 04. Valores médios de pH dos queijos de coalho em função dos revestimentos e do tempo de armazenamento refrigerado	33
Tabela 05. Valores médios de atividade de água (Aa) dos queijos de coalho em função dos revestimentos e do tempo de armazenamento refrigerado	34
Tabela 06. Resultado da contagem de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g) dos queijos de coalho revestidos durante o armazenamento refrigerado	35
Tabela 07. Resultado da pesquisa de Estafilococos Coagulase Positiva (UFC/g) dos queijos de coalho revestidos durante o armazenamento refrigerado	36
Tabela 08. Resultados encontrados para <i>Salmonella spp./25g</i> em queijos de coalhos revestidos durante o armazenamento refrigerado	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Planta de ora-pro-nóbis	18
Figura 02. Estrutura do glicerol	20
Figura 03. Estrutura química dos compostos voláteis do óleo essencial do orégano	22
Figura 04. Fluxograma da extração da mucilagem de ora-pro-nóbis	26
Figura 05. Esquema dos tratamentos	27
Figura 06. Processo de aplicação do revestimento nos queijos de coalho.....	28
Figura 07. Extrato mucilaginoso obtido a partir da folha de ora-pro-nóbis	30
Figura 08. Microfotografias das superfícies dos queijos de coalho revestidos sob aumento de 40X.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 ORA-PRO-NÓBIS.....	18
3.1.1 Mucilagem da ora-pro-nóbis	19
3.2 EMBALAGEM ATIVA.....	19
3.2.1 Revestimentos comestíveis	19
3.2.2 Glicerol	20
3.3 POTENCIAL DOS ÓLEOS ESSENCIAIS.....	21
3.3.1 Óleo essencial de orégano	21
3.4 QUEIJO DE COALHO.....	23
3.4.1 Definição, classificação e características do queijo de coalho	23
3.4.2 Micro-organismos patogênicos em queijo de coalho	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 EXTRAÇÃO DA MUCILAGEM DE ORA-PRO-NÓBIS.....	25
4.2 ELABORAÇÃO DOS REVESTIMENTOS E AMOSTRAGEM.....	26
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	28
4.3.1 Umidade	28
4.3.2 Cinzas	28
4.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)	29
4.3.4 Atividade de água (Aa)	29
4.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	29
4.5 ANÁLISE DE MICROSCOPIA.....	29
4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DA MUCILAGEM DE ORA-PRO-NÓBIS.....	30
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	30
5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	35
5.4 ANÁLISE MICROSCÓPICA DA SUPERFÍCIE DO QUEIJO.....	38
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Pereskia aculeata Mill., conhecida popularmente como ora-pro-nóbis, é uma planta alimentícia não convencional (PANC) da família *Cactaceae*, originária da América do Sul, ocorre naturalmente na Argentina. Embora não seja nativa do Brasil, já foi documentada em várias regiões do país: Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Esta planta é de fácil cultivo e propagação, devido à sua baixa necessidade de água e alta resistência a pragas e doenças (Rosa *et al.*, 2020).

A ora-pro-nóbis tem se tornado objeto de estudo devido ao seu teor proteico, sua facilidade de digestão e por ser rica em aminoácidos essenciais. A avaliação de componentes da folha, mostrou que são fontes de fibras, minerais, proteínas, compostos bioativos, ferro, cálcio, além de apresentar atividade antimicrobiana, inibindo bactérias Gram positivas e negativas (Souza, 2014; Pimenta *et al.*, 2020) e antioxidante, devido a abundância de compostos fenólicos (Souza, 2014). Em consequência do alto teor de proteínas e polissacarídeos, em especial, do biopolímero arabinogalactana, o que lhe confere propriedades físicas relevantes, como a formação de geis, aumento de viscosidade e a ausência de toxicidade (Mercê *et al.*, 2001; Conceição *et al.*, 2014; Martin *et al.*, 2017), a ora-pro-nóbis destaca-se como uma importante alternativa em termos econômicos e tecnológicos para indústrias alimentícias e farmacêuticas.

A partir desse propósito, a produção de revestimentos comestíveis com a utilização de vegetais ou de sua mucilagem como matérias-primas tem sido relatada na literatura (Du *et al.*, 2011; Azeredo *et al.*, 2012; Martelli *et al.*, 2014). Estima-se que vários ingredientes bioativos naturalmente presentes nestas matrizes sejam incorporados ao produto final, suplementando o valor funcional do mesmo (Pascall; Lin, 2013; Benbettaieb *et al.*, 2014). O principal papel de um revestimento comestível é atuar como uma barreira à perda de umidade, controlar trocas gasosas e evitar contaminações microbiológicas e químicas. Devem apresentar certas peculiaridades como ser invisíveis, terem aderência suficiente para não serem facilmente removidos no manuseio e não introduzirem alterações no gosto (Hanstmann, 2017).

O queijo de coalho, juntamente com outros produtos lácteos, possui uma composição nutricional excelente. No entanto, devido a essas características, são ambientes propícios para o crescimento de micro-organismos. Vários estudos mencionam que queijos de coalho frequentemente apresentam altas contagens de micro-organismos do grupo coliformes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp. Além disso, pesquisas microbiológicas indicam a

presença de micro-organismos patogênicos e elevadas contagens de deteriorantes, muitas vezes excedendo os limites estabelecidos pela legislação. (Quillama Polo *et al.*, 2020; Camargo *et al.*, 2021).

Por serem altamente perecíveis, os alimentos de origem animal necessitam do desenvolvimento de meios de preservação e conservação que sejam eficientes, econômicos e de baixo custo. Novos métodos ou técnicas de conservação vêm sendo desenvolvidos e implementados, para esse tipo de alimento, visando a manutenção da qualidade, a durabilidade e segurança microbiológica do produto (Meira Júnior; De Sousa; Da Costa, 2021).

Sobre a superfície de queijos, alguns revestimentos comestíveis adicionados ou não de substâncias antimicrobianas ou antioxidantes têm contribuído para evitar oxidação de gorduras, perda de massa e crescimento de micro-organismos deterioradores (Rozman *et al.*, 2023). Essas coberturas são formadas pela imersão do alimento em gel e posterior formação de uma película contínua envolvendo o alimento. Se tratando de uma tecnologia emergente, que tem sido classificada como embalagem ativa ou formadora de atmosfera modificada (Assis *et al.*, 2008).

Visando aumentar a funcionalidade dos revestimentos, é empregado o uso de óleos essenciais, por possuírem ação antibacteriana, que variam de acordo com seu composto ativo individual, tendo um enorme potencial como conservantes em alimentos, sendo associados à embalagem para alimentos (Yin *et al.*, 2023). O óleo essencial obtido a partir da espécie *Origanum vulgare* L. (orégano), usado principalmente como agente aromatizante em alimentos (Llana-Ruiz-Cabello *et al.*, 2015), possui alta atividade antioxidante, devido à presença de ácido fenólico e flavonoides, além de propriedades antimicrobianas contra patógenos presentes em alimentos (Coskun *et al.*, 2014).

Em vista disso e buscando inovações em técnicas de preservação de alimentos, a incorporação de revestimentos comestíveis nos produtos alimentícios emerge como um promissor método de conservação.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um revestimento comestível a partir da mucilagem da ora-pro-nóbis adicionado de óleo essencial de orégano, aplicá-lo em queijo de coalho e avaliar sua estabilidade ao armazenamento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair a mucilagem das folhas da ora-pro-nóbis;
- Avaliar o rendimento da extração da mucilagem;
- Formular revestimentos com solução de mucilagem e incorporar o óleo essencial de orégano a 0,5 e 1,0%;
- Realizar análises físico-químicas e microbiológicas dos queijos revestidos durante a armazenagem com 1, 5, 10 e 15 dias;
- Verificar a qualidade microscópica do queijo revestido com 1 e 15 dias de armazenamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ORA-PRO-NÓBIS

A ora-pro-nóbis, expressão originada do latim “rogai por nós”, também conhecida como “carne dos pobres”, pertence ao reino *Plantae*, da família *Cactaceae*, classe Magnoliopsida, ordem *Caryophyllales* e gênero *Pereskia* (Vieira, 2017; Moraes *et al.*, 2019). A ora-pro-nóbis é considerada uma planta de consumo alimentar não convencional, de acordo com o guia de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) do Brasil (Brasil, 2010). Seus componentes como as folhas, flores e caule são comestíveis, apresentando potencial para uso na alimentação, pois se trata de uma planta com fonte de fitonutrientes, minerais orgânicos e propriedades nutricionais (Ranieri *et al.*, 2018).

Figura 01. Planta de ora-pro-nóbis



Fonte: Google Imagens

A composição química das folhas de ora-pro-nóbis demonstra alto teor de proteínas (~24%), teor expressivo de vitaminas A, C e ácido fólico, além de minerais, como ferro (189,7 mg/100 g), manganês (175,2 mg/100 g), zinco (93,3 mg/100 g), cálcio (3,4 mg/100 g) e fibra dietética (~23,0 g/100 g) (Egea; Takeuchi, 2020), tornando esta planta importante para a nutrição humana (Martin *et al.*, 2017).

Além do potencial nutricional, estudos comprovam uma extensa gama de atividades biológicas por parte desta PANC, como propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, antitumorais, antimicrobianas e antioxidantes (Maciel *et al.*, 2020). Apesar de muito nutritiva, essa planta ainda não ganhou espaço nos cardápios correspondentes a nossa alimentação habitual. Todavia, algumas regiões já são adeptas ao uso dessa hortaliça não convencional que pode ser empregada como ingrediente em diversas receitas, de forma a elevar o valor nutricional do alimento (Garcia *et al.*, 2019).

3.1.1 Mucilagem de ora-pro-nóbis

Na literatura são encontradas diferentes nomeações para o termo mucilagem, como gomas, hidrocoloides ou mesmo polissacarídeos solúveis em água (Jahanbin *et al.*, 2012). A sua variedade é ampla na natureza, com origem microbiana, animal ou vegetal. A mucilagem obtida de material vegetal possui alguns atributos e vantagens, como a biodegradabilidade, o baixo custo, a fácil disponibilidade, entre outros (Prajapati *et al.*, 2013; Ziegler *et al.*, 2020).

A mucilagem da ora-pro-nóbis apresenta estrutura de polissacarídeo complexa com alto teor do biopolímero arabinogalactana (Amaral *et al.*, 2018), sendo constituída por 10,47% de proteínas e 46,88% de carboidratos, além de microelementos como ferro, manganês, zinco e cálcio. Devido a adesão da arabinogalactana aos componentes proteicos na estrutura da mucilagem, esta torna-se capaz de atuar como agente espessante, gelificante e emulsificante (Oliveira *et al.*, 2019). Estudos comprovam a eficácia da arabinogalactana como aditivo em filmes de celulose bacteriana, os quais tornaram-se mais resistentes na presença do biopolímero (Lucyszyn *et al.*, 2016).

A utilização da mucilagem da ora-pro-nóbis como componente principal na produção de filmes ainda não é amplamente documentada, porém alguns artigos já apresentam alternativas promissoras para seu uso em filmes e embalagens. Autores relataram que a mucilagem da ora-pro-nóbis se trata de um biopolímero vantajoso na produção de embalagens biodegradáveis (Oliveira *et al.*, 2019).

3.2 EMBALAGEM ATIVA

3.2.1 Revestimentos comestíveis

Revestimentos comestíveis são reconhecidos como uma opção saudável para proteger diversos tipos de alimentos. Eles são fabricados a partir de substâncias naturais, de baixo custo, renováveis ou biodegradáveis. Além disso, esses materiais são eficazes para transportar nutrientes essenciais que são consumidos juntamente com os alimentos (Hassan *et al.*, 2018).

As coberturas ou revestimentos biodegradáveis podem ser compostas por diversas matrizes, como polissacarídeos como amido de mandioca e fécula, pectina, quitosana, gomas, lipídios como ceras e monoglicerídeos acetilados, e podem incluir componentes de origem proteica como gelatina e ovoalbumina. Frequentemente, esses materiais são combinados para melhorar suas propriedades, sendo estes desenvolvidos com o objetivo de prolongar a vida útil

dos alimentos e reduzir o crescimento de micro-organismos que causam deterioração (Costa *et al.*, 2019).

Os revestimentos comestíveis que incluem hidrocoloides resultam em melhores propriedades funcionais do que aqueles feitos com apenas um componente, especialmente em termos de barreira ao vapor de água. Alimentos como frutas, vegetais, carnes, produtos de panificação e queijos têm mostrado resultados satisfatórios em termos de conservação com esse tipo de revestimento (Galus; Kadzińska, 2015).

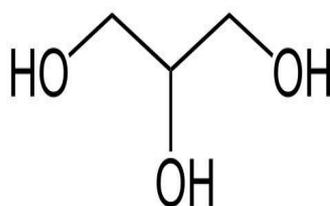
Os revestimentos comestíveis devem ser seguros, não apresentando grau de toxicidade, consistindo em uma película aplicada na superfície do alimento, podendo ser por *spray*, imersão em solução filmogênica, entre outras maneiras (Lopes *et al.*, 2018). As pesquisas têm sido focalizadas sobre embalagens compostas, porque combinam as vantagens de cada um dos componentes, reduzindo assim suas desvantagens (Fakhouri *et al.*, 2007).

3.2.2 Glicerol

Os plastificantes são aditivos amplamente utilizados em materiais poliméricos para melhorar a processabilidade e aumentar a flexibilidade. São substâncias com massa molecular inferior à do polímero, que criam uma mistura aparentemente homogênea, tornando o material mais suave, flexível e mais fácil de processar (Miles, 1975).

Os plastificantes devem ser compatíveis com o biopolímero e, os mais estudados em combinações com os revestimentos são os poliois, como o glicerol e o sorbitol (Gao *et al.*, 2017). O glicerol ou propano-1,2,3-triol (Figura 02), tem como nome comercial 'glicerina' é um composto orgânico (álcool), líquido à temperatura ambiente, com características hidrofílicas, altamente miscível com a água, inodoro, viscoso e de sabor adocicado. Atualmente tem sua maior fonte proveniente da indústria de biodiesel (Beatriz *et al.*, 2011; Peiter *et al.*, 2016).

Figura 02. Estrutura química do glicerol



Fonte: Isotton (2013)

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) acrescentou a glicerina na lista de aditivos umectantes permitidos para alimentação humana através da Resolução 388/1999 (Brasil, 1999). O limite máximo permitido para alimentação humana, varia dependendo do tipo de produto, sendo classificado como “Quantum satis”, ou seja, “quanto é suficiente”. Sua principal aplicação é como agente umectante, espessante e conservante, com isso o glicerol, passou a ser utilizado nas indústrias de tabaco, alimentos, farmacêuticas, entre outras, de acordo com a Instrução Normativa – IN nº 211, de 1 de março de 2023.

3.3 POTENCIAL DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

A utilização de compostos antimicrobianos naturais em alimentos tem ganhado muita atenção por parte dos consumidores e da indústria alimentícia, que busca alternativas para melhorar a segurança e a qualidade dos alimentos (Beristain-Bauza *et al.*, 2017). Com isso o estudo sobre o potencial dos óleos essenciais, extratos de ervas medicinais e especiarias têm ganhado importância (Negi, 2012; Kumar *et al.*, 2014).

Os óleos essenciais são substâncias voláteis, aromáticas, extraídas de vegetais, principalmente por processos físicos, como a destilação por arraste com vapor de água, destilação a pressão reduzida ou outro método adequado (Elgndi *et al.*, 2017). Eles podem estar presentes em botões, flores, folhas, caules, ramos, sementes, frutos, raízes, madeira ou cascas. Os óleos essenciais possuem uma mistura de compostos como terpenos, álcoois, acetonas, fenóis, ácidos, aldeídos e ésteres (Calo *et al.*, 2015).

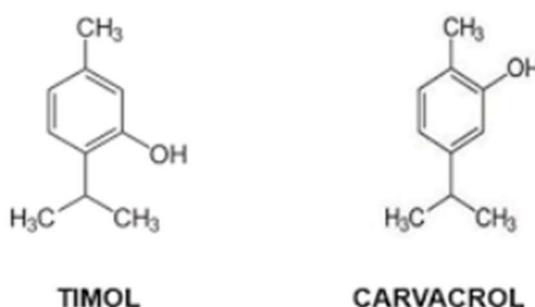
O uso de óleos essenciais em conjunto a outros métodos antimicrobianos em alimentos, como os revestimentos comestíveis, tem sido objeto de análise e avanço tecnológico, visto que representam formas para reduzir as perdas pós-armazenamento e oferecem ao mercado consumidor opções benéficas sem implicações sensoriais dado ao uso de menores concentrações das substâncias aromáticas (Souza *et al.*, 2007). Dentre os óleos essenciais incorporados em embalagens de alimentos incluem-se: óleo de cravo, manjeriço, orégano, alho, canela, alecrim, funcho doce (Sung *et al.*, 2013).

3.3.1 Óleo essencial de orégano

O orégano, é uma planta medicinal, aromática, herbácea, perene, pertencente à família Lamiaceae, que cresce em toda a área do Mediterrâneo e regiões montanhosas do sul da Europa

(Lukas et al., 2015). Os tricomas glandulares dessas plantas secretam óleo essencial como mecanismo de defesa contra bactérias, fungos e outros predadores. Esse óleo essencial é constituído por compostos voláteis complexos como: carvacrol, timol e γ -terpineno (Figura 3), que possuem ampla atividade antimicrobiana e antifúngica. Tanto o carvacrol quanto o timol são monoterpenos com um único anel fenólico formado a partir da ligação de duas moléculas de isopreno com três substituintes de grupo funcional (Mastro *et al.*, 2017; Sharifi-Rad *et al.*, 2021).

Figura 03. Estrutura química dos compostos voláteis do óleo essencial do orégano



Fonte: García-García; Palou-García (2008)

Experimentos mostraram que o aroma suave da planta e seu óleo essencial prorroga a vida útil de alimentos, quando armazenados juntos, reduzindo o risco de contaminação de vários produtos alimentares (Nascimento *et al.*, 2007). O óleo essencial de *Origanum spp.* é geralmente reconhecido como seguro Generally Recognized as safe (GRAS) pelo "Food and Drug Administration" (FDA, 2006). O carvacrol, um dos principais componentes do óleo essencial de orégano, foi testado em uma diversidade de alimentos, visando conservar e controlar micro-organismos patogênicos (Tajkarimi *et al.* 2010).

O óleo essencial de orégano tem apresentado inibição eficaz para o crescimento microbiano de alguns patógenos alimentares, como *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Bacillus subtilis* etc. a 0,625 $\mu\text{L}/\text{mL}$ (Lv *et al.*, 2011). No entanto, segundo Min *et al.* (2005), a característica de volatilização dos óleos essenciais em geral, dificulta sua aplicação em matrizes alimentares. Tendo que se buscar novas estratégias, podendo os filmes comestíveis serem úteis para realizar o transporte e a estabilização desses aditivos voláteis alimentares.

3.4 QUEIJO DE COALHO

3.4.1 Definição, classificação e características do queijo de coalho

Existem diferentes tipos de queijos, com diversos sabores, texturas e formas, apresentando métodos distintos de produção, que variam de acordo com o local onde são fabricados, adquirindo assim características específicas regionais (Saraiva *et al.*, 2023). O queijo pode ser definido como um produto fresco ou maduro obtido pela separação parcial do soro ou coagulação pela ação física do coalho, enzimas e/ou bactérias específicas etc., com ou sem adição de aditivos e aromatizantes (Brasil, 1996).

No Nordeste Brasileiro, o queijo de coalho é um dos produtos lácteos mais tradicionais e de grande valor socioeconômico (Kamimura *et al.*, 2019). Suas características sensoriais e nutricionais contribuem para sua fácil aceitação comercial, tendo como resultado, um amplo consumo pela população regional. Além disso, tem-se observado um aumento no consumo em outras regiões do país (Dantas, 2012).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identificação e Qualidade da Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001, do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o queijo de coalho é aquele que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas, e comercializado normalmente com até 10 dias de fabricação (Brasil, 2001).

E ainda, de acordo com IN nº 30, de 26/06/01, o queijo de coalho é classificado como um queijo de média a alta umidade, de massa semicozida ou cozida e deve apresentar um teor de lipídeo nos sólidos totais variável entre 35% e 60%. É um produto lácteo de consistência semidura, com textura compacta e macia, devendo ser na cor branco amarelado uniforme, podendo ou não apresentar olhaduras pequenas (Brasil, 2001). A formação de olhaduras está correlacionada ao tratamento empregado no leite e os métodos utilizados, bem como um aumento na produção de CO₂, temperatura e textura (Auer *et al.*, 2021).

3.4.2 Micro-organismos patogênicos em queijo de coalho

Devido o processo de manipulação imprópria, cadeia de frio inadequada e características do produto pronto para consumo, os queijos podem se tornar muito susceptíveis

à contaminantes patogênicos e deteriorantes, que influenciam para que haja a diminuição de vida útil do produto alimentício (Gouvea *et al.*, 2017).

Embora a legislação brasileira possua regras e normativas sobre a produção do queijo de coalho, estabelecendo que o leite a ser utilizado para a fabricação deve ser pasteurizado ou possuir tratamento térmico adequado (Brasil, 2001), os fabricantes ainda preparam seus produtos com leite de vaca cru, tornando possível o aumento da contaminação por bactérias patogênicas. O queijo de coalho, fabricado de forma artesanal, comercializado em grande parte dos comércios do Nordeste apresentaram índices elevados de contaminação por micro-organismos patogênicos como o *Staphylococcus* e *E. coli*, além de detectarem a presença de *Salmonella* spp., representando um perigo ao bem-estar do consumidor (Sousa *et al.*, 2014; Sousa *et al.*, 2020).

A bactéria *Staphylococcus aureus*, classificada como Gram-positiva, é uma ameaça à saúde dos consumidores de queijos contaminados, devido à produção de enterotoxinas nos alimentos (Seyyed *et al.*, 2017). Por outro lado, a presença de *Escherichia coli*, uma bactéria Gram-negativa, frequentemente encontrada em alimentos e produtos lácteos. Sua presença é indicação de contaminação por micro-organismos de origem fecal e a possível presença de outros agentes patogênicos (Ombarak *et al.*, 2016).

A superfície dos queijos é mais propícia a ser contaminada por microrganismos devido às suas condições favoráveis de acidez e alta disponibilidade de água (Proulx *et al.*, 2017). A maioria das pesquisas realizadas sobre armazenamento e prazo de validade do queijo de coalho está relacionada a problemas criados pela contaminação microbiana. Além disso, a perda de umidade em alguns tipos de queijos devido à ausência de barreira de embalagem pode aumentar sua dureza e resultar em propriedades organolépticas indesejadas (Mei *et al.*, 2020).

Pode-se afirmar, portanto, com base nestes conhecimentos, que a qualidade do queijo de coalho artesanal produzido na Região Nordeste, é objeto de preocupação das autoridades sanitárias desses locais, pois tais produtos representam perigo à saúde de quem os adquirem (Barros *et al.*, 2019; Sousa *et al.*, 2020).

O queijo de coalho sendo um produto de alta perecibilidade, faz-se necessário o uso de processo para preservar sua qualidade durante o período de estocagem. Deste modo, o revestimento comestível a base de matéria-prima vegetal mostra-se uma opção viável e econômica para melhorar a qualidade e aumentar o tempo de vida útil de prateleira (Pagani *et al.*, 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

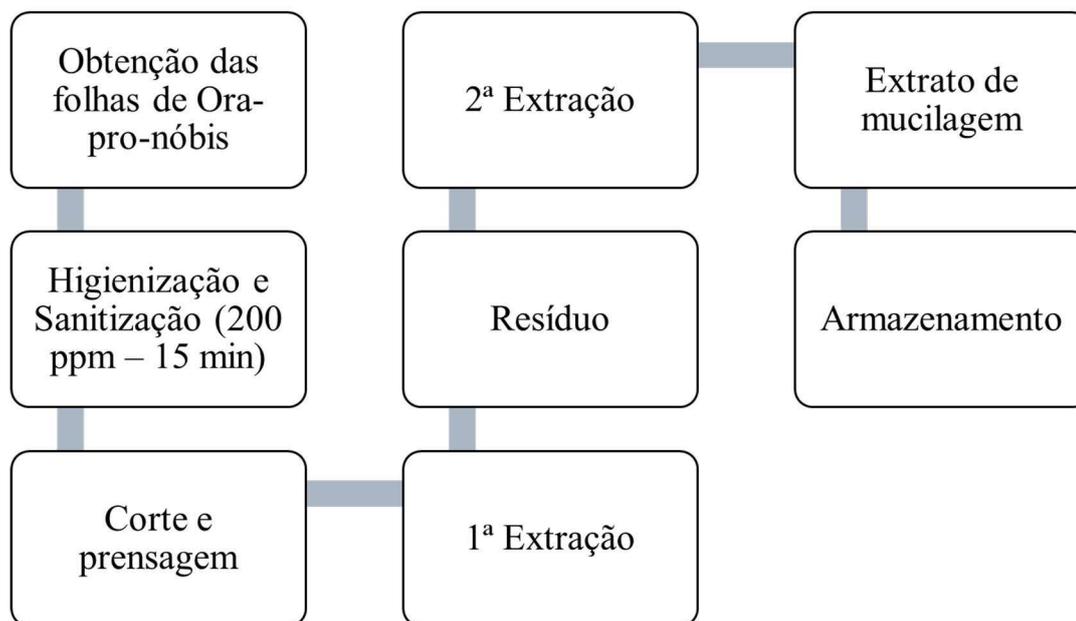
A pesquisa ocorreu no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, localizado no Campus III da Universidade Federal da Paraíba na cidade de Bananeiras-PB. O experimento foi realizado no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial e as análises foram executadas nos Laboratório de Biologia, Microbiologia e Análises Físico-químicas de alimentos.

Os queijos de coalho e o óleo essencial de orégano puro foram adquiridos em estabelecimento comercial da cidade de Bananeiras - PB e conduzidos para o Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial.

4.1 EXTRAÇÃO DA MUCILAGEM DA FOLHA DE ORA-PRO-NÓBIS

As folhas da ora-pro-nóbis foram adquiridas no setor de Agricultura, do Campus III/UFPB e encaminhadas para o Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial.

A extração da mucilagem das folhas de ora-pro-nóbis realizou-se conforme Câmara *et al.* (2020). As folhas foram lavadas em água corrente e em seguida sanitizadas com solução clorada a 200 ppm durante 15 minutos, logo após secadas em temperatura ambiente. Em seguida, as folhas foram cortadas e postas em rede maleável com furo de 0,3 mm de diâmetro. Utilizou-se água destilada, na proporção de 1kg de folha para 2,5 L de água. O tecido foi mergulhado e prensado, visando extrair o material mucilaginoso, logo após adicionou-se mais 1 L de água, realizando uma segunda extração do material mucilaginoso armazenado em garrafas plásticas (Figura 4).

Figura 04. Fluxograma da extração da mucilagem de ora-pro-nóbis

Fonte: Câmara *et al.* (2020) adaptado

O rendimento da mucilagem da ora-pro-nóbis foi calculado através da Equação 1:

$$Rendimento = \frac{Mucilagem (mL)}{Ora - pro - nóbis (g) + água adicionada (mL)} * 100 \quad Eq. 1$$

4.2 ELABORAÇÃO DOS REVESTIMENTOS E AMOSTRAGEM

Os revestimentos foram produzidos conforme protocolo definido por Cotrim Santos *et al.* (2021), sendo produzidas soluções filmogênicas utilizando mucilagem de ora-pro-nóbis, glicerol (2% p/v) e duas concentrações de óleo essencial de orégano (0,5 e 1,0%).

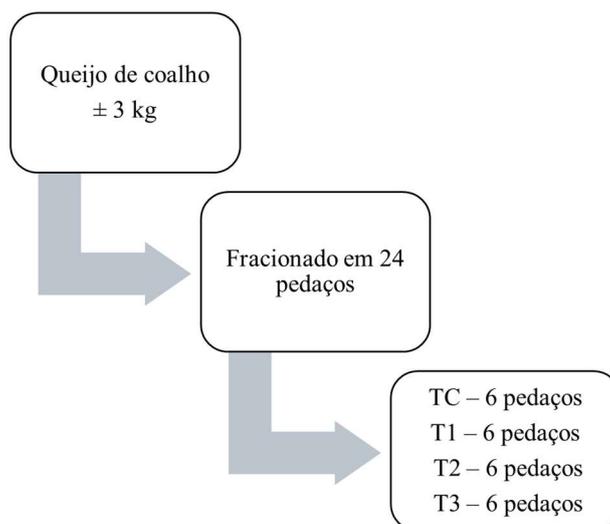
Para o revestimento do queijo, foram utilizados quatro tratamentos, descritos na Tabela 1: Tratamento-Controle (queijo sem revestimento); Tratamento 1 – queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%); Tratamento 2 – queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (0,5%); Tratamento 3 – queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (1,0%).

Tabela 01. Definições dos tratamentos aplicados em queijo de coalho

TRATAMENTOS	ESPECIFICAÇÕES
Tratamento-Controlê (TC)	–
Tratamento 1 (T1)	Mucilagem + 2% de glicerol
Tratamento 2 (T2)	Mucilagem + 2% de glicerol + 0,5% de óleo essencial de orégano
Tratamento 3 (T3)	Mucilagem + 2% de glicerol + 1,0% de óleo essencial de orégano

Fonte: Autora (2024)

Utilizaram-se três barras de queijo de coalho com peso de 1,0 kg, onde foram fracionados em 24 pedaços/amostras de aproximadamente mesmo peso e tamanho para garantir a uniformidade das medições, de acordo com a Figura 5.

Figura 05. Esquema dos tratamentos

Fonte: Adams (2019) adaptado

As amostras foram imersas nas soluções filmogênicas por 30 segundos a 25 ± 1 °C. Posteriormente, passaram por drenagem para retirar o excesso da solução e, em seguida, armazenadas a 5° C, por 20 horas em refrigerador. Após a redução da umidade do revestimento, os queijos revestidos e o controle foram envolvidos em filme de policloreto de vinila (PVC), atuando como embalagem secundária e armazenados sobre refrigeração (Figura 6).

Para análise de vida de prateleira, o período de armazenamento dos queijos de coalho ocorreram em 15 dias em condições de refrigeração (5 ± 1 °C) e Umidade Relativa (UR) de $50 \pm 2\%$ em B.O.D, sendo avaliados no tempo 1, 5, 10 e 15 dias.

Figura 06. Processo de aplicação do revestimento nos queijos de coalho



Fonte: Autora (2024)

4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

4.3.1 Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico com o emprego de estufa (AOAC, 2008). Utilizou-se 5 g da amostra, levado para estufa a 105 °C, durante 24 horas, posteriormente pesadas e os dados coletados foram submetidos a Equação 2:

$$Umidade \% = \frac{\text{Peso inicial da amostra úmida} - \text{Peso final da amostra seca}}{\text{Peso inicial da amostra úmida}} \times 100 \quad Eq. 2$$

4.3.2 Cinzas

Determinadas por incineração da amostra em mufla a 550°C até obter peso constante, seguindo o método da AOAC (2008). E posteriormente, calculado de acordo com a Equação 3:

$$Cinzas \% = \frac{\text{Peso do cadin com cinzas} - \text{Peso do cadinho vazio}}{\text{Peso inicial da amostra}} \times 100 \quad Eq. 3$$

4.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi avaliado em pHmetro digital Akso®, diluindo-se 10,00 g de cada amostra de queijo em 100 mL de água destilada e expressando-se os resultados com duas casas decimais.

4.3.4 Atividade de água (Aa)

A atividade de água (Aa) foi determinada em medidor portátil de atividade de água Instrutemp, ITAW 60, adicionando-se 5,00 g de cada amostra em cubetas cilíndricas de 4 x1 cm, sendo cada uma inserida na câmara hermética do aparelho para a medição até emissão de sinal sonoro pelo aparelho, durante 5 minutos.

4.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas seguiram os protocolos sugeridos pela Resolução de Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – RDC ANVISA n° 724, de 01 de julho de 2022 e Instrução Normativa – IN n° 161, de 01 de julho de 2022. Os microorganismos pesquisados foram *Escherichia coli*/g, Estafilococos coagulase positiva/g e *Salmonella* spp./g, para queijo com alta umidade e com bactérias lácticas em forma variável e abundantes (Brasil, 2022). Utilizou-se a metodologia preconizada pela American Public Health Association (APHA, 2015).

4.5 ANÁLISE DE MICROSCOPIA

A estrutura dos revestimentos foram verificadas nos tempos 1 e 15 dias de armazenamento por meio de microscópio estereoscópio PHYSIS, utilizando aumento de 40x. Para visualização dos revestimentos utilizou-se solução de Iodo 2%.

4.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi um fatorial 4x4, sendo 4 tratamentos e 4 períodos de armazenamento (1, 5, 10 e 15 dias) em triplicata. Os valores médios foram submetidos à análise de variância (ANOVA), comparando as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$), através da plataforma SAS® *OnDemand for Academics* (2024).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO DA MUCILAGEM DE ORA-PRO-NÓBIS

O percentual de rendimento da mucilagem extraída (figura 6) foi de 88,88%. De acordo com Ueda *et al.* (2020), a presença de alto teor mucilaginoso nas folhas de ora-pro-nóbis é uma das características mais relevantes e de grande importância. O valor encontrado para rendimento nesse trabalho apresentou uma grande diferença aos valores de rendimento encontrados na literatura para mucilagem de ora-pro-nóbis, que variam de 0,42% (Lira, 2022) a 4,18% (Kobayasi *et al.*, 2023), visto que esses resultados estão relacionados a mucilagem de ora-pro-nóbis seca.

Figura 07. Extrato mucilaginoso obtido a partir da folha de ora-pro-nóbis



Fonte: Autora (2024)

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas em derivados lácteos, visam avaliar, se as amostras se encontram de acordo com os Padrões de Identidade e Qualidade – PIQ, objetivando identificar ocorrências de fraudes, adulterações e alterações físico-químicas e sensoriais. No que se refere ao queijo de coalho, devido sua peculiaridade regional no Brasil, a avaliação garante um produto com maior qualidade ao consumidor (Silva *et al.*, 2021).

Na Tabela 2 apresentam-se os resultados de umidade das amostras dos queijos de coalho revestidos. É possível analisar que os efeitos dos tratamentos, do tempo de armazenamento e da

interação entre eles foram significativos a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), durante os 15 dias de estocagem. Apenas no tempo 15 (dias), o TC foi o único que apresentou diferença estatística em relação aos outros tratamentos T1, T2 e T3.

Tabela 02. Valores médios de umidade dos queijos de coalho em função dos revestimentos e do tempo de armazenamento refrigerado

Tempo de armazenamento (15 dias)					
Tratamentos	1	5	10	15	Legislação
TC	50,1±0,75Aa	49,29±0,93Aab	47,02±1,47Ab	42,67±1,18Ac	36,0 - 54,9
T1	49,91±0,49Aba	48,93±0Aa	45,14±1,25Bb	45,47±0,46Bb	-
T2	48,48±0,40Ba	47,57±0,14Bab	45,8±1,21ABbc	45,28±0,83Bc	-
T3	49,67±0,74Aba	48,58±0,41ABa	47,12±0,66 Ab	45,93±0,15Bb	-

*Limites estabelecidos pela IN n° 30 (Brasil, 2001). Letras diferentes maiúsculas na mesma coluna e letras diferentes minúsculas na mesma linha indicam diferença significativa de acordo com o teste de Tukey ($\alpha=0,05$); TC = Queijo sem revestimento (controle); T1= queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%); T2 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (0,5%); T3 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (1,0%);

Observa-se que no início do armazenamento, o teor de umidade é mais alto para todos os tratamentos (tempo 1), porém ao longo do tempo de estocagem, ocorreu uma diminuição de aquosidade, sendo essa perda menor nos queijos revestidos, concluindo-se que a cobertura comestível, atuou como agente sacrificante, funcionando como uma barreira contra redução de umidade.

Os resultados encontrados para umidade nesse trabalho, foram semelhantes aos encontrados por Silva (2018), que avaliou amostras de queijos de coalho sem revestimento e com revestimento incorporado com própolis em torno de 15 dias, com valores de umidade de 46,2 a 49,6%. Já os dados obtidos pelos autores Frutuoso (2014) e Meira Júnior *et al.* (2021), 42,70 a 50,20% (após 20 dias) e 45,60 a 50,87% (após 21 dias), respectivamente, para umidade, foram similares aos encontrados nessa pesquisa e na literatura, em relação à aplicação de revestimentos comestíveis em queijo de coalho.

Apesar das variações promovidas pela perda de umidade ao longo do intervalo de armazenamento, os valores encontrados apresentaram conformidade com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Coalho (BRASIL, 2001), que estabelecem os

requisitos físico-químicos correspondente a classificação dos queijos de coalhos como queijo de média (36,0 a 45,9%) a alta umidade (46,0 a 54,9%).

Os resultados de cinzas das amostras de queijos de coalho revestidos estão representadas na Tabela 3. Quando avaliados os tempos separadamente, passado os 15 dias, não exibiu diferença significativa a 5% de probabilidade. No decorrer do período de armazenamento, TC foi igual nos tempos 1 e 5 e iguais também nos tempos 10 e 15, portanto foram diferentes, respectivamente a 5% de probabilidade entre si. T1 nos tempos 1 e 15 foram iguais, enquanto nos tempos 5 e 10 foram diferentes. Verificou-se também que o T1, após 10 dias, apresentou valor superior em minerais quando comparado aos demais tratamentos. Para o T2, nos tempos 1 e 10 foram iguais, em contrapartida, nos tempos 5 e 15 foram diferentes estatisticamente a nível de 5% de probabilidade. Em relação ao T3, nos tempos 1 e 10 foram iguais, apresentando diferença significativa nos tempos 5 e 15 ($p \leq 0,05$).

Tabela 03. Valores médios de cinzas dos queijos de coalho em função dos revestimentos e do tempo de armazenamento refrigerado

Tratamentos	Tempo de armazenamento (15 dias)			
	1	5	10	15
TC	4,14±0,27Aa	4,3±0,18Aa	3,54±0,07Ab	3,58±0,10Ab
T1	3,7±0,05Ba	4,03±0,08ABb	4,96±0,15Bc	3,82±0,08Aa
T2	3,84±0,16ABa	4,38±0,76Ab	4,3±0,05Ca	3,79±0,09Ac
T3	4,16±0,07Aa	3,9±0,03Bb	4,19±0,03Ca	3,73±0,0Ac

Letras diferentes maiúsculas na mesma coluna e letras diferentes minúsculas na mesma linha indicam diferença significativa de acordo com o teste de Tukey ($\alpha=0,05$);

TC = Queijo sem revestimento (controle); T1= queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%); T2 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (0,5%); T3 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (1,0%);

Silva *et al.* (2021) determinaram valores parecidos de cinzas de 4,12 a 4,81% em queijos de coalho. Já Silva *et al.* (2020) encontraram resultados para cinzas de 4,07 a 5,36, dados consideravelmente superiores aos encontrados no presente trabalho. A legislação brasileira não apresenta nenhum parâmetro estabelecido para o percentual de cinzas, porém, Gomes (1997), sugere que queijos in natura devem apresentar teores de cinzas na faixa entre 1,0 a 6,0%. Com isso, os dados encontrados na determinação de cinzas nessa pesquisa, corroboraram com os valores sugeridos por esse autor.

A Tabela 4 apresentam os resultados do pH das amostras dos queijos de coalho revestidos. Os efeitos dos tratamentos, do tempo de estocagem e da interação entre eles, foram significativos pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), havendo diferença significativa em nível de 5% de probabilidade. Durante o armazenamento, analisando os tratamentos individualmente, TC, T1, T2 e T3 foram iguais nos tempos 1, 5 e 10, apresentando diferença significativa apenas no tempo 15 ($p \leq 0,05$).

Tabela 04. Valores médios de pH dos queijos de coalho em função dos revestimentos e do tempo de armazenamento refrigerado

Tratamentos	Tempo de armazenamento (15 dias)			
	1	5	10	15
TC	6,53±0,12Aa	6,38±0,08Aa	6,49±0,03Aa	6,01±0,04Ab
T1	6,38±0,06Aa	6,36±0,02Aab	6,5±0,06Ba	6,11±0,01Bc
T2	6,7±0,04Ba	6,39±0,01Ba	6,52±0,02ABa	6,12±0Bb
T3	6,57±0,05ABa	6,57±0,02ABa	6,64±0,4Ba	6,15±0,03Bb

Letras diferentes maiúsculas na mesma coluna e letras diferentes minúsculas na mesma linha indicam diferença significativa de acordo com o teste de Tukey ($\alpha=0,05$);

TC = Queijo sem revestimento (controle); T1= queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%); T2 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (0,5%); T3 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (1,0%).

Valores próximos foram encontrados por Frutuoso (2014), em queijos de coalho revestidos com galactomanana de *Caesalpinia pulcherrima*, encontrou o valor do pH variando entre 6,06 a 6,46. Já Júnior *et al.* (2021) observaram valores na faixa de 6,13 a 6,70 para amostras de queijo de coalho com diferentes aplicações de revestimentos comestíveis. Fontenele *et al.* (2017) obtiveram valores na faixa de 5,86 a 6,46 para amostras de queijo de coalho de Jaguaribe (CE).

A análise do pH é importante em queijos, pois interfere na maturação, textura e microbiota, durante o qual ocorrem reações bioquímicas catalisadas pelas enzimas providas do coalho ou de origem microbiana, que dependem do potencial hidrogeniônico (Sousa *et al.*, 2014). Além disso, quando se apresenta elevado, o pH tende a favorecer o crescimento microbiano e quando muito baixo pode favorecer ou facilitar a deterioração por microorganismos (Shabbir; Huma; Javed, 2019).

Os resultados médios de atividade de água (Aa) dos queijos de coalho avaliados durante o período de estocagem refrigerado se encontram descritos na Tabela 5. Os valores de atividade de água (Aa) dos queijos nos tratamentos estudados demonstrou que não houve interação entre tratamento e tempo, como também não houve diferença entre os tratamentos. Sendo assim, não apresentaram diferença significativa a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 05. Valores médios de atividade de água (Aa) dos queijos de coalho em função dos revestimentos e do tempo de armazenamento refrigerado

Tratamentos	Tempo de armazenamento (15 dias)			
	1	5	10	15
T1	0,84±0Aa	0,82±0Aa	0,84±0Aa	0,83±0Aa
T2	0,83±0Aa	0,83±0Aa	0,84±0Aa	0,83±0Aa
T3	0,84±0Aa	0,81±0Aa	0,83±0Aa	0,84±0Aa
T4	0,84±0Aa	0,83±0Aa	0,81±0Aa	0,84±0Aa

Letras diferentes maiúsculas na mesma coluna e letras diferentes minúsculas na mesma linha indicam diferença significativa de acordo com o teste de Tukey ($\alpha=0,05$);

TC = Queijo sem revestimento (controle); T1= queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%); T2 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (0,5%); T3 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (1,0%).

Barbosa (2023) obteve valores para atividade de água em amostras de queijo de coalho defumados por nebulização e imersão em solução de fumaça líquida, numa faixa de 0,94 a 0,97. No entanto, esses valores foram maiores o que os obtidos nesse trabalho. Já Silva *et al.* (2020) encontraram dados para Aa entre 0,69 e 0,71 em queijo de coalho comercializados em cidades do Ceará. Todos os dados apresentados para atividade de água encontraram-se acima de 0,60, o que indica necessidade de atenção para preservação da qualidade do queijo, visto que a atividade de água é um fator intrínseco importante que determina a perecibilidade do alimento, além de apresentar a quantidade de água disponível para a proliferação de micro-organismos e reações bioquímicas no alimento (Lira, 2019).

5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece padrões microbiológicos aceitáveis para alimentos conforme RDC ANVISA n° 724 (BRASIL, 2022). Para os micro-organismos pesquisados nos queijos com umidade igual ou acima de 46%, a legislação preconiza que para *Salmonella spp.* o resultado deve ser ausente, para *E. coli/g* deve ter resultado no máximo até 5×10^2 NMP/g e para Estafilococos coagulase positiva/g o resultado deve ser no máximo até 5×10^2 UFC/g.

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados obtidos para contagem de *E. coli* dos queijos com e sem revestimentos durante o tempo de 15 dias de armazenamento.

Tabela 06. Resultado da contagem de *Escherichia coli* em (NMP/g) dos queijos de coalho com e sem revestimentos durante o armazenamento refrigerado

Tratamentos	Tempo de armazenamento (15 dias)				Legislação*
	1	5	10	15	
TC	$4,6 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$>1,1 \times 10^3$	5×10^2
T1	$1,5 \times 10^1$	$2,1 \times 10^1$	$2,4 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	-
T2	$7,5 \times 10^1$	$2,1 \times 10^1$	< 3	< 3	-
T3	$6,4 \times 10^1$	< 3	< 3	< 3	-

NMP = Número Mais Provável. *Legislação: RDC n° 724/2022.

TC = Queijo sem revestimento (controle); T1= queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%); T2 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (0,5%); T3 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (1,0%).

Para o tratamento-Controle observou-se que a partir do tempo 5, verificou-se a *E. coli*, cujo valor estava acima do padrão exigido pela legislação (5×10^2 NMP/g). Isso pode ser explicado de acordo com Freitas (2015), que o crescimento deste micro-organismo, pode ser indicativo da qualidade do leite utilizado como matéria-prima e/ou contaminação durante qualquer etapa do processamento do produto, podendo acarretar modificações no queijo e tornando-o impróprio para consumo. No T1, apesar do NMP ter aumentado durante o armazenamento, ainda se encontrou dentro do permitido pela legislação brasileira, sendo assim mantendo a qualidade microbiológica do produto lácteo.

No entanto, no tratamento T2 (nos tempos 10 e 15 dias) e no T3 (nos tempos 5, 10 e 15 dias), os resultados demonstraram redução microbiológica com uso do revestimento adicionado

de óleo essencial de orégano nas amostras de queijo de coalho. Segundo Moreira *et al.* (2012), a utilização de agentes antimicrobianos em filmes e revestimentos visando controlar o crescimento de micro-organismos nos alimentos, apresentam um potencial significativo no prolongamento da vida útil e segurança do alimento. Okura (2010) analisou a eficiência das especiarias orégano e salsinha sobre os micro-organismos coliformes a 45 °C presentes no queijo e verificou que nas concentrações de 1% de orégano e salsinha ocorreu uma redução nos coliformes a 45 °C, sendo que essa diminuição foi principalmente no óleo de orégano.

Resultados encontrados por Leão *et al.* (2020) em queijo minas artesanal revestido com fécula de mandioca corroboram com esse trabalho, visto que houve a presença de coliformes termotolerantes $> 1,1 \times 10^3$ para queijo e os outros-controle e tratamentos. Nunes (2017) confirmou a presença de *E. coli* em 14 das 30 amostras de queijo de coalho analisadas. Do mesmo modo, em pesquisa realizada por Santos (2019), todas as amostras analisadas de queijo, apresentaram crescimento de coliformes termotolerantes, variando de 121 a $> 1,1 \times 10^3$ NPM/g.

Os resultados da contagem de Estafilococos coagulase positiva (UFC/g) dos queijos de coalho com e sem revestimentos estão presentes na Tabela 7, analisados durante o armazenamento em refrigeração.

Tabela 07. Resultado da pesquisa de Estafilococos coagulase positiva (UFC/g) dos queijos de coalho com e sem revestimentos durante o armazenamento refrigerado

Tratamentos	Tempo de armazenamento (15 dias)				Legislação*
	1	5	10	15	
TC	$5,6 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$	$5,4 \times 10^3$	5×10^2
T1	$2,6 \times 10^2$	$9,9 \times 10^1$	< 3	< 3	-
T2	$6,3 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$	< 3	< 3	-
T3	$9,4 \times 10^1$	$1,0 \times 10^2$	< 3	< 3	-

UFC = Unidade Formadora de Colônia. *Legislação: RDC n° 724/2022.

TC = Queijo sem revestimento (controle); T1= queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%); T2 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (0,5%); T3 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (1,0%).

O tratamento-controle apresentou valores maiores que o permitido pela legislação - RDC ANVISA n° 724 (Brasil, 2022). Os demais tratamentos apresentaram resultados elevados para estafilococos coagulase positiva, porém dentro do limite estabelecido, até 5×10^2 UFC/g. Após o período de 10 dias de armazenamento, os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram redução do micro-organismo Estafilococos coagulase positiva. Isso demonstra um possível efeito no

controle do crescimento microbiano. Esse controle microbiano antes de 15 dias, pode ser advindo da mucilagem de ora-pro-nóbis utilizada para produção dos revestimentos, pois estudos comprovam que, existe uma extensa gama de atividades biológicas por parte desta PANC, como propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas contra bactérias Gram positivas e negativas (Telles *et al.*, 2016; Maciel *et al.*, 2021).

Ao que tudo indica, os queijos de coalho adquiridos comercialmente para análise, já apresentavam contaminação, que pode ocorrer durante a manipulação ou armazenagem do produto, por cepas de origem ambiental ou humana. Isso também é relatado por outros autores, como Meira Júnior *et al.* (2021) e Rabelo (2023), que encontraram valores maiores que o permitido pelo regulamento da ANVISA (Brasil, 2022) para *Estafilococos* coagulase positiva em queijos, revestidos ou não, com diferentes tipos de revestimentos.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados para *Salmonella* spp. em queijos de coalho revestidos e sem revestimento, durante o armazenamento refrigerado.

Tabela 08. Resultados encontrados para *Salmonella* spp./25g em queijos de coalhos revestidos e não revestidos, durante o armazenamento refrigerado

Tratamentos	Tempo de armazenamento (15 dias)				Legislação*
	1	5	10	15	
TC	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
T1	Aus	Aus	Aus	Aus	-
T2	Aus	Aus	Aus	Aus	-
T3	Aus	Aus	Aus	Aus	-

Legislação: RDC nº 724/2022

TC = Queijo sem revestimento (controle); T1= queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%);

T2 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (0,5%); T3 = queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + óleo essencial de orégano (1,0%)

Para a pesquisa de *Salmonella* spp. houve ausência em 25 gramas da amostra em todos os tratamentos. Estando dentro dos padrões definidos pela RDC nº 724/2022, pois por ser altamente capaz de provocar infecções de origem alimentar, a presença dessa bactéria no produto lácteo é determinante como produto impróprio para consumo. O resultado dessa pesquisa se assemelha aos encontrados na literatura, em relação a *Salmonella* spp. em amostras de queijos de coalho revestidos com galactomana de *Caesalpinia pulcherrima* (Frutuoso, 2014) e com proteína isolada de soja + quitosana (Meira Júnior *et al.*, 2021).

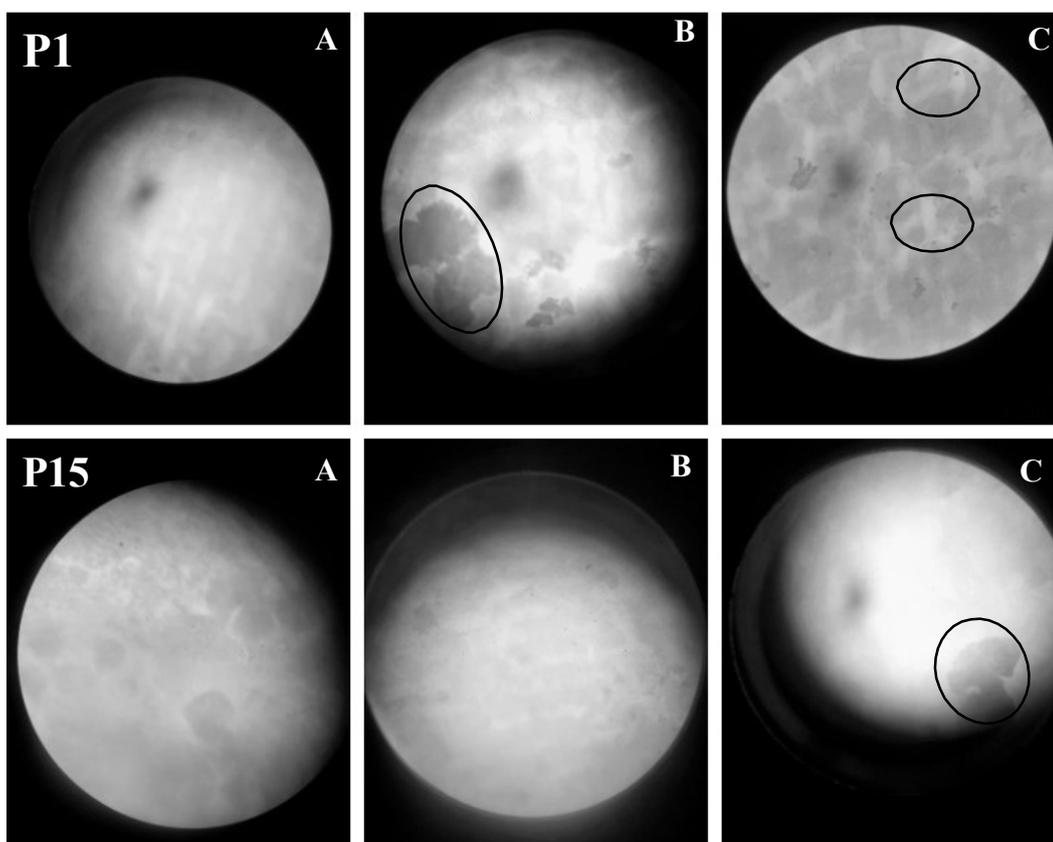
Para Costa (2018), o revestimento comestível evita a deterioração microbiana, controlando a taxa de troca de oxigênio e dióxido de carbono e contendo compostos antimicrobianos.

5.4 ANÁLISE MICROSCÓPICA DA SUPERFÍCIE DOS QUEIJOS

As microfotografias das superfícies dos queijos revestidos analisados por microscópio com aumento de 40x estão apresentadas na Figura 7.

No tempo 1, o queijo de coalho revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%), apresentou melhor aderência ao produto (Figura 7A), o que não foi observado no revestimento com a maior concentração (1%) de óleo essencial (Figura 7C), apresentando pequenas imperfeições nas partes mais esbranquiçadas, onde o iodo não se fixou. Na Figura 7 (B), a imagem apresentou cavidades, que podem ser consequências da formação de bolhas de ar. No tempo de 15 dias, as Figuras 7 (A e B) apresentaram melhor adesividade, enquanto na Figura 7C, houve uma possível presença de bolha de ar ou o revestimento não aderiu à superfície do queijo.

Figura 08. Microfotografias das superfícies dos queijos de coalho revestidos sob aumento de 40X



P1 – 1 dia; P15 – 15 dias;

A – T1 queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%); B – T2 queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + 0,5% de óleo essencial de orégano; C – T3 queijo revestido com mucilagem de ora-pro-nóbis + glicerol (2%) + 1,0% de óleo essencial de orégano.

Fonte: Autora (2024)

As inconsistências presentes podem ser ocasionadas devido ao realinhamento das cadeias poliméricas através da interação com outros materiais utilizados (Baron *et al.*, 2017). De acordo com Jiménez *et al.* (2010), o processo de secagem dos revestimentos pode promover alterações na superfície e/ou estrutura interna devido às alterações nas concentrações dos componentes, viscosidade e fase líquida. As propriedades intrínsecas da ora-pro-nóbis como biodegradabilidade, capacidade de formação de geis, hidrofilicidade da mucilagem de ora-pro-nóbis fazem desta uma eficiente matriz filmogênica (Lucyszyn *et al.*, 2016).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral pode-se afirmar que os parâmetros físico-químicos encontrados neste trabalho são semelhantes aos valores reportados na literatura e, quando aplicável, determinados pela legislação. Os tratamentos com maiores inibições microbiológicas foram os queijos com revestimentos adicionados de óleo essencial de orégano, sendo T3 com mais ação antimicrobiana.

A pesquisa de tecnologias alternativas para a produção de queijos sem alterar suas propriedades funcionais torna-se importante para atender aos requisitos legais de qualidade e de saúde pública. Estas novas tecnologias, aliadas a padrões rigorosos de higiene utilizando-se as boas práticas de fabricação, são cruciais, uma vez que vários estudos têm abordado questões de contaminação de queijo de coalho, tendo uma maior atenção para os micro-organismos do grupo dos coliformes, como também para *Staphylococcus* spp. e *Salmonella* spp.

Os revestimentos tiveram uma boa aderência aos queijos de coalho, tanto sendo somente de ora-pro-nóbis, e quando adicionados de óleo essencial de orégano. Observou-se também que o uso do revestimento, influenciou as características visuais, conferindo aspecto brilhante e cor amarelada. Considerando suas propriedades químicas e microestruturais, a mucilagem de ora-pro-nóbis é uma alternativa promissora para os plásticos biodegradáveis e filmes comestíveis.

REFERÊNCIAS

AMARAL, T. N.; JUNQUEIRA, L. A.; PRADO, M. E. T.; CIRILLO, M. A.; ABREU, L. R. de; COSTA, F. F.; RESENDE, J. V. de. Misturas de mucilagem *Pereskia aculeata* Miller, goma aguar e goma arábica adicionadas a bebidas lácteas fermentadas. **Hidrocolóides alimentares**, v. 79, p. 331–342, 2018.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis. Association of Analytical Chemists International**, 18th ed. Gathersburg, Maryland, USA, 2008.

APHA, S. **Methods for the examination of Water and Wastewater - SMEWW**. Washington - USA: American Public Health Association - APHA, 2012.

ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITTO, D. Revestimentos Comestíveis Protetores em Frutos Minimamente Processados. **Revista Higiene Alimentar**, v. 22, p. 99–106, 2008.

AUER, J.; REITER, M.; SENCK, S.; REITER, A.; KASTNER, J.; MATHMANN, K. Investigation of opening eye defects and effects of different ripening profiles on eye structure in semi-hard cheese using X-ray micro-computed tomography. **Food Structure**, v. 28, n. 100190, p. 100190, 2021.

AZEREDO, H. M. C.; MIRANDA, K. W. E.; ROSA, M. F.; NASCIMENTO, D. M.; MOURA, M. R. de. Edible films from alginate-acerola puree reinforced with cellulose whiskers. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie [Food Science and Technology]**, v. 46, n. 1, p. 294–297, 2012.

BARON, R. D.; PÉREZ, L. L.; SALCEDO, J. M.; CÓRDOBA, L. P.; SOBRAL, P. J. A. Production and characterization of films based on blends of chitosan from blue crab (*Callinectes sapidus*) waste and pectin from Orange (*Citrus sinensis* Osbeck) peel. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s.l.], v. 98, p. 676-683, 2017.

BARROS, D. M.; MACHADO, E. de C. L.; MOURA, D. F. de; FONTE, R. A. B. da; FERREIRA, S. A. de O.; BEZERRA, R. de S. Aspectos do queijo de coalho com ênfase na importância das Boas Práticas de Fabricação no sistema de produção. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 67–93, 2019.

BEATRIZ, A.; ARAÚJO, Y. J. K.; LIMA, D. P. DE. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. **Química nova**, v. 34, n. 2, p. 306–319, 2011.

BENBETTAÏEB, N.; KUREK, M.; BORNAZ, S. DEBEAUFORT, F. Barrier, structural and mechanical properties of bovine gelatin-chitosan blend films related to biopolymer interactions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 2409–2419, 2014.

BERISTAIN-BAUZA, S. D. C.; MANI-LOPEZ, E.; PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A. Antimicrobial activity of whey protein films supplemented with *Lactobacillus sakei* cell-free supernatant on fresh beef. **Food Microbiology**, v. 62, p. 207–211, 2017.

BRASIL. (1996). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria 146, de 7 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: <https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-mapa-146-de-07-03-1996,669.html> acessado em: 23 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de manteiga da terra ou manteiga de garrafa; queijo de coalho e queijo de manteiga. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jul. 2001, seção 1. Disponível em: https://www.agais.com/normas/leite/queijo_coalho.htm acessado em: 22 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº386 de 5 de agosto de 1999. Regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1999/res0386_05_08_1999.html Acesso em: 22 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Manual de hortaliças não convencionais**. Brasília, 2010. 92 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 724 de 1 de julho de 2022. Regulamento técnico de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-161-de-1-de-julho-de-2022-413366880> Acesso em: 23 jul. 2024

CALO, J. R.; GRANDALL, P. G.; O'BRYAN, C. A.; RICKE, S. C. Essential oils as antimicrobials in food systems – A review. **Food Control**, v. 54, p. 111–119, 2015.

CÂMARA, A. K. F. I.; OKURO, P. K.; CUNHA, R. L. de; HERRERO, A. M. *Salvia hispanica* L. mucilage as a new fat substitute in emulsified meat products: Technological, physicochemical, and rheological characterization. **LWT**, v. 125, 2020.

CAMARGO, A. C.; ARAÚJO, J. P. A. de; FUSIEGER, A.; CARVALHO, A. F. de; NERO, L. A. Microbiological quality and safety of Brazilian artisanal cheeses. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, n. 1, p. 393–409, 2021.

CONCEIÇÃO, G. *et al.* Propriedades de filmes de alginato plastificados com glicerol obtidos por mistura termomecânica. **Hidrocolóides Alimentares**. v. 63, p. 414-420, 2014.

COSKUN, B. K. ÇALIKOGLU, E.; EMIROGLU, Z. K.; CANDOGAN, K. Antioxidant active packaging with soy edible films and oregano ou thyme essential oils for oxidative stability of ground beef patties. **Journal of Food Quality**, v. 37, p. 203–212, 2014.

COSTA, M. de S.; COSTA, J.; GOMES, J. P.; NETO, A. F. Preservation of bananas coated with cassava starch and pectin. **Revista Agrarian, Dourados**, [s.l.], v. 12, n. 46, p. 542-549, 2019.

COTRIM SANTOS, B.; SILVA, L. E. da; ZANUTO, M. E.; SOUZA, C. C. E. de; ANJOS, D. A. dos. Recobrimento Comestível a base de palma e óleo essencial de alecrim na qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 901–909, 2021.

DANTAS, D. S. **Qualidade Microbiológica do queijo de coalho comercializado no Município de Patos**, PB. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Campina Grande, PB. 2012.

DU, W.-X.; OLSEN, C. W.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; FRIEDMAN, M.; MCHUGH, T. H. Physical and antibacterial properties of edible films formulated with apple skin polyphenols. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 2, p. M149-55, 2011.

EGEA, M. B.; TAKEUCHI, K. P. Bioactive Compounds in Baru Almond (*Dipteryx alata* Vogel): Nutritional Composition and Health Effects. Em: Reference Series in Phytochemistry. **Cham: Springer International Publishing**, 2020. p. 289–302.

ELGNDI, M. A.; FILIP, S.; PAVLIC, B.; VLADIC, J. Antioxidative and cytotoxic activity of essential oils and extracts of *Satureja montana* L., *Coriandrum sativum* L. and *Ocimum basilicum* L. obtained by supercritical fluid extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 128, p. 128–137, 2017.

FAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. de M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 2, p. 369–375, 2007.

FDA - Food and Drug Administration. Department Of Health And Human Services. Essencial oils, oleoresins (solvent-free), and natural extractives (including distillates) In.: **Substances generally recognized as safe**, (2006). Disponível em: <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-182/subpart-A/section-182.20> Acesso em: 21 jul. 2024.

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

FREITAS, M. P. Avaliação microbiológica de queijos artesanais produzidos na cidade de Taió, Santa Catarina. **Saúde & Meio Ambiente**, v. 4, n. 2, p. 103-114, 2015.

GALUS, S.; KADZIŃSKA, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 2, p. 273–283, 2015.

GAO, C.; POLLET, E.; AVÉROUS, L. Properties of glycerol-plasticized alginate films obtained by thermomechanical mixing. **Food Hydrocolloids**. v.63 p.414-420. 2017.

GARCÍA-GARCÍA, R.; Palou-García, E. Mecanismos de acción antimicrobiana de timol y carvacrol sobre microorganismos de interes alimenticio. **Temas Selectos de Ingenieria en Alimentos**, v. 2, n. 2. p. 41-51, 2008.

GOUVEA, F. S.; ROSENTHAL, A.; FERREIRA, E. H. R. Plant extract and essential oils added as antimicrobials to cheeses: a review. **Ciência Rural**, v. 47, 2017.

HANSMANN, P. E. **Propriedades mecânicas e permeabilidade ao vapor de água de filmes de quitosana secos em condições de ar controladas utilizando bomba de calor**. 90 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS. 2017.

HASSAN, B.; CHATHA, S. A. S.; HUSSAIN, A. I.; ZIA, K. M.; AKHTAR, N. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 109, p. 1095–1107, 2018.

JAHANBIN, K.; MOINI, S.; GOHARI, A. R.; EMAM-DJOMEH, Z. Isolation, purification and characterization of a new gum from *Acanthophyllum bracteatum* roots. **Food Hydrocolloids**, v. 27, n. 1, p. 14–21, 2012.

JIMÉNEZ, A.; FABRA, M. J.; TALENS, P.; CHIRALT, A. Effect of lipid self-association on the microstructure and physical properties of hydroxypropyl-methylcellulose edible films containing fatty acids. **Carbohydrate Polymers**, [s.l.], v. 83, n. 3, p. 585-593, 2010.

MEIRA JÚNIOR, D.B.; DE SOUSA, S.; DA COSTA, G. F. Aplicação de revestimentos comestíveis na qualidade e conservação de queijo coalho. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 37, n. 1, 2021.

KAMIMURA, B. A.; MAGNANI, M.; LUCIANO, W. A.; CAMPAGNOLLO, F. B.; PIMENTEL, T. C.; ALVARENGA, V. O.; PELEGRINO, B. O.; CRUZ, A. G.; SANT'ANA, A. S. Brazilian artisanal cheeses: An overview of their characteristics, main types and regulatory aspects. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 5, p. 1636–1657, 2019.

KOBAYASI, T. M.; PALMIERI, D. A.; BERTÃO, M. R. Caracterização química e atividade antioxidante da mucilagem em pó de ora-pro-nóbis. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 11, n. 1, p. 18-24, 2023.
<https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n3.kobayasi>

KUMAR, V.; MATHELA, C. S.; TEWARI, G.; KAMBOJ, D. S. Chemical composition and antifungal activity of essential oils from three Himalayan *Erigeron* species. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie [Food Science and Technology]**, v. 56, n. 2, p. 278–283, 2014.

LLANA-RUIZ-CABELLO, M.; PICHARDO, S.; MAISANABA, S.; PUERTO, M.; PIETRO, A. L.; GUTIÉRREZ-PRAENA, D.; JOS, A.; CAMEÁN, A. M. In vitro toxicological evaluation of essential oils and their main compounds used in active food packaging: A review. **Food and Chemical Toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association**, v. 81, p. 9–27, 2015.

LEÃO, G. DE S.; SILVA, L. S.; MADEIRA, A. P. C.; QUEIROZ, V. A. V.; PIRES, C. V.; SOUZA, M. R.; SILVA, A. M. Influência da aplicação de revestimento comestível em queijo minas artesanal durante o período de maturação. **HOLOS - ISSN 1807-1600**, v. 2, p. 1-20, 2020.

LIRA, A. K. A. Aplicação de revestimento comestível à base de fécula de araruta e extrato de própolis verde em queijo de coalho. 2019. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, PE. 2019.

LIRA, M. M. **Desenvolvimento e caracterização de alimento cremoso à base de amendoim**. 2022. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, GO. 2022.

LUCYSZYN, N. et al. Physicochemical and in vitro biocompatibility of films combining reconstituted bacterial cellulose with arabinogalactan and xyloglucan. **Carbohydrate Polymers**, v. 151, p. 889–898, 2016.

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

LY, F.; LIANG, H.; YUAN, Q.; LI, C. (2011). Efeitos antimicrobianos *in vitro* e mecanismo de ação de combinações selecionadas de óleos essenciais vegetais contra quatro microrganismos relacionados a alimentos. *Alimentos Res. Int.* 44, 3057–3064. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.07.030. **Journal of Food Research**. 2011.

MACIEL, V. B. V.; YOSHIDA, C. M. P.; BOESCH, C.; GOYCOOLEA, F. M.; CARVALHO, R. A. Iron-rich chitosan-pectin colloidal microparticles laden with *ora-pro-nobis* (*Pereskia aculeata* Miller) extract. **Food Hydrocolloids**, v. 98, n. 105313, p. 105313, 2020.

MANGINO, M. E. Physicochemical aspects of whey protein functionality. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 67, n. 11, p. 2711-2722, 1984.

MARTELLI, M. R.; BARROS, T. T.; ASSIS, O. B. G. Filmes de polpa de banana produzidos por batelada: Propriedades mecânicas e coloração. **Polímeros**, v. 24, n. 1, p. 137–142, 2014.
MARTIN, A. A. et al. Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. **Food Hydrocolloids**, v. 70, p. 20–28, 2017.

MASTRO, G. D.; TARRAF, W.; VERDINI, L.; BRUNETTI, G.; RUTA, C. Essential oil diversity of *Origanum vulgare* L. populations from Southern Italy. **Food Chemistry**, v. 235, p. 1–6, 2017.

MEI, L. X.; NAFCHI, A. M.; GHASEMIPOUR, F.; EASA, A. M.; JAFARZADEH, S.; AL-HASSAN, A. A. Characterization of pH sensitive sago starch films enriched with anthocyanin-rich torch ginger extract. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 164, p. 4603–4612, 2020.

MERCE, A. L.; LANDALUZE, J. S.; MANGRICH, A. S.; SZPOGANICZ, B.; SIERAKOWSKI, M. R. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , and Ni^{2+} . **Bioresource technology**, v. 76, n. 1, p. 29–37, 2001.

Miles, D. C., Briston, J. H. **Tecnologia dos polimeros**. Brasil: Poligono/Ed. da, 1975.

Min, S.; Harris, L. J.; Krochta, J. M. Efeitos antimicrobianos da lactoferrina, lisozima e do sistema lactoperoxidase e filmes de proteína de soro de leite comestíveis incorporando o sistema lactoperoxidase contra *Salmonella enterica* e *Escherichia coli* O157: H7. **Journal Ciência da Alimentação**. v 70, p. M332–M338. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2005.tb11476.x

MORAES, T. Potencial antioxidante da espécie *Pereskia aculeata* Miller: uma análise bibliométrica. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research - BJSCR**, v. 29, n. 1, p. 79–85, [s.d.].

MOREIRA, M. R.; PEREDA, M.; MARCOVICH, N. E.; ROURA, S. I. Antimicrobial Effectiveness of Bioactive Packaging Materials from Edible Chitosan and Casein Polymers: Assessment on Carrot, Cheese, and Salami. **Journal Food Science**, v.79, p. 54-63, 2012.

NEGI, P. S. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. review. review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 156, p. 7–17, 2012.

NUNES, G. D. S. **Qualidade microbiológica e perfil de resistência aos antimicrobianos do queijo de coalho artesanalmente produzido**. 2017. 73 p. Dissertação (Pós-Graduação Zootecnia, na área de Produção Animal (Nutrição e produção de alimentos) - Universidade Federal do Piauí. Teresina, PI. 2017.

OMBARAK, R.A.; HINENOYA, A.; AWASTHI, S.P.; IGUCHI, A.; SHIMA, A.; ELBAGORY, A.R.; YAMASAKI, S. Prevalence and pathogenic potential of *Escherichia coli* isolates from raw milk and raw milk cheese in Egypt. **Int J Food Microbiology**, 221, 69-76, 2016.

OLIVEIRA, N. L.; RODRIGUES, A. A.; OLIVEIRA NEVES, I. C.; TEIXEIRA LAGO, A. M.; BORGES, S. V. Development and characterization of biodegradable films based on *Pereskia aculeata* Miller mucilage. **Industrial Crops and Products**, v. 130, p. 499–510, 2019.

PAGANI, A. A. C. *et al.* Aplicação de biopelículas pigmentadas em queijos de coalho. **Revista Gestão Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 041–047, 2013.

PASCALL, M. A.; LIN, S. J. The application of edible polymeric films and coatings in the food industry. **Food Processing & Technology**, v. 4, 2013.

PEITER, G. C.; ALVES, H. J.; SEQUINEL, R.; BAUTITZ, I. R. Alternativas para o uso do glicerol produzido a partir do biodiesel. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, n. 4, 2016.

PIMENTA, P. DO C.; ANDRADE BELO, T. C.; VANZELE, P. A. R.; NASSER, T. F.; SANTOS, H. C. A. S. dos; BANI, G. M. A. de C. Avaliação da capacidade antimicrobiana do óleo essencial de pereskia aculeata: interação com microrganismos encontrados em jalecos de profissionais de saúde. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 40046–40058, 2020.

PRAJAPATI, V. D.; JANI, G. K.; MORADIYA, N. G.; RANDEIRA, N. P. Pharmaceutical applications of various natural gums, mucilages and their modified forms. **Carbohydrate Polymers**, v. 92, n. 2, p. 1685–1699, 2013.

PROULX, J.; SULLIVAN, G.; MAROSTEGAN, L. F., et al. Pulsed light and antimicrobial combination treatments for surface decontamination of cheese: Favorable and antagonistic effects. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 1664–1673, 2017.

QUILLAMA POLO, E.; PIO, L. C.; NAVARRO, G. G. Selección y caracterización de cepas nativas de enterococcus con potencialidad antimicrobiana aisladas de quesos de elaboración artesanal. **Ecología Aplicada**, v. 19, n. 1, p. 25, 2020.

RANIERI, G. R.; BORGES, F.; NASCIMENTO, V.; GONÇALVES, J. R. **Guia Prático sobre PANCs: plantas alimentícias não convencionais**. Organização Instituto Kairós. Ed. São Paulo, 2017. 44p. Disponível em: <https://institutokairos.net/wp-content/uploads/2017/08/Cartilha-Guia-Pr%C3%A1tico-de-PANC-Plantas-Alimenticias-Nao-Convencionais.pdf> Acesso em: 20 jul. 2024.

REMOR LOPES, A.; DRAGUNSKI, A. R.; CAETANO, J.; FRANCISCO, C. B. Conservação de goiabas com revestimentos comestíveis de amido e caseína com extrato de barbatimão. *Revista Engenharia na Agricultura - REVENG*, v. 26, n. 4, p. 295–305, 2018.

ROZMAN, A. S.; HASHIM, N.; MARINGGAL, B.; ABDAN, K. Recent advances in active agent-filled wrapping film for preserving and enhancing the quality of fresh produce. **Food Control**, v. 144, n. 109400, p. 109400, 2023.

SANTOS, J. G. **Análise microbiológica do queijo coalho produzido por usuários da fazenda da esperança em Lagarto – Sergipe**. 2019. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Farmácia) - Universidade Federal de Sergipe, Lagarto, SE. 2019.

SARAIVA, M. C.; DUTRA, S. Â.; BARROSO, A. B. O controle de qualidade na produção de queijo de Coalho no Brasil: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 3, p. e13412340534, 2023.

SEYYED MOUSAVI, M.N., MEHRAMUZ, B., SADEGHI, J., ALIZADEH, N., OSKOUEE, M.A., KAFIL, H.S. The pathogenesis of *Staphylococcus aureus* in autoimmune diseases. **Microbioly Pathologic**, v. 111, p. 503-507, 2017.

SHABBIR, U., HUMA, N.; JAVE, A. (2019). Composição e propriedades de textura de queijo de leite de cabra preparado usando dahi (iogurte) como iniciador. **Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 1-7. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.28918>.

GOMES, J. C. **Análise de Alimentos**. Viçosa: Departamento de Tecnologia de Alimentos/UF, 1997, 158 p.

SHARIFI-RAD, M., BERKAY Y., Y., ANTIKA, G., SALEHI, B., TUMER, T. B., KULANDAISAMY V., C. (2021). Constituintes fitoquímicos, atividades biológicas e efeitos promotores da saúde do gênero *Origanum*. *Phytherapy Research*. v. 35, p. 95–121. DOI: 10.1002/ptr.6785

SILVA, A. dos S. **Desenvolvimento de revestimento comestível incorporado com própolis para uso na conservação de queijo de coalho**. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE. 2018.

SOUSA, Y. A.; BORGES, M. A.; VIANA, A. F. da S.; DIAS, A. L.; SOUSA, J. J. V. de; SILVA, B. A. da. Avaliação físico-química e microbiológica de polpas de frutas congeladas comercializadas em Santarém-PA. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020.

SOUZA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; LIMA, E. O.; TRAJANO, V. N. Effectiveness of *Origanum vulgare* L. essential oil to inhibit the growth of food spoiling yeasts. **Food Control**, v. 18, n. 5, p. 409–413, 2007.

SOUZA, L. F. **Aspectos fitotécnicos, bromatológicos e componentes bioativos de *Pereskia aculeata*, *Pereskia grandifolia* e *Anredera cordifolia***. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2014

SUNG, S.-Y.; SIN, L. T.; TEE, T.-T.; BEE, S.-T.; RAHMAT, A. R.; RAHMAN, W. A. W. A.; TAN, A.-C.; VIKHRAMAN, M. Antimicrobial agents for food packaging applications. **Trends in Food Science & Technology**, v. 33, n. 2, p. 110–123, 2013.

TAJKARIMI, M. M.; IBRAHIM, Salam A.; CLIVER, D. O. Antimicrobial herb and spice compounds in food. **Food Control**, v. 21, n. 9, p. 1199-1218, 2010.

VIEIRA, J. S. Propagação vegetativa, crescimento e teor de proteína em ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) cultivado sob telas fotosseletivas. **Ciência e Tecnologia Goiano**, 2017.

YIN, W.; QIU, C.; JI, H.; LI, X. Recent advances in biomolecule-based films and coatings for active and smart food packaging applications. **Food Bioscience**, v. 52, n. 102378, p. 102378, 2023.

ZIEGLER, V. Nutricional enrichment of beef burgers by adding components of non-conventional food plants. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020