



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

**DENISE BATISTA SANTOS**

**EFEITO DA EMBALAGEM À VÁCUO E APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS**  
**COMESTÍVEIS EM QUEIJO COALHO**

BANANEIRAS-PB

2024

DENISE BATISTA SANTOS

**EFEITO DA EMBALAGEM À VÁCUO E APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS  
COMESTÍVEIS EM QUEIJO 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:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Camila Sampaio Mangolim

BANANEIRAS-PB

2024

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S237e Santos, Denise Batista.

Efeito da embalagem à vácuo e aplicação de revestimentos comestíveis em queijo coalho / Denise Batista Santos. - Bananeiras, 2024.

46 f. : il.

Orientação: Camila Sampaio Mangolim.

TCC (Graduação) - UFPB/CCHSA.

1. Tecnologias de embalagem. 2. Estabilidade microbiana. 3. Qualidade físico-química. I. Mangolim, Camila Sampaio. II. Título.

UFPB/BSPJAT

CDU 637.334.3

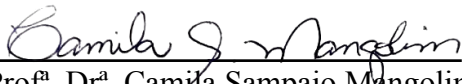
**DENISE BATISTA SANTOS**

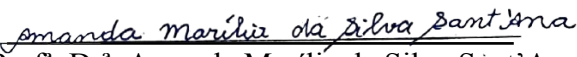
**EFEITO DA EMBALAGEM À VÁCUO E APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS  
COMESTÍVEIS EM QUEIJO COALHO**

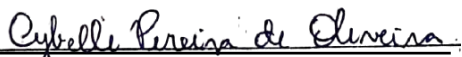
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Bacharelado em Agroindústria da Universidade Federal da Paraíba, em atendimento às exigências para obtenção do Grau de Bacharel em Agroindústria.

Monografia julgada e aprovada em 23/10/2024.

Comissão Examinadora

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Camila Sampaio Mangolim  
DGTA/UFPB  
(Orientadora)

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Marília da Silva Sant'Ana  
DGTA/UFPB  
(Avaliadora)

  
Prof.<sup>a</sup> Dra.<sup>a</sup> Cybele Pereira de Oliveira  
DGTA/UFPB  
(Avaliadora)

BANANEIRAS - PB

2024

Aos meus pais, sempre presentes.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais, madrinha e tio, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

A Profa. Camila por ter aceito executar o projeto e orientação do mesmo, com paciência e dedicação, sempre disponível a compartilhar todo o seu vasto conhecimento e ajuda quando necessário.

As professoras da banca examinadora, Profa. Amanda e Profa. Cybele, por aceitarem o convite, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho durante a realização deste trabalho.

Aos técnicos de laboratórios do PDLAT, de Análise Físico-química de Alimentos, Microbiologia de Alimentos e PPGTA, por sempre estarem dispostos a ajudar durante o desenvolvimento e realização das atividades.

Aos colegas colaboradores que me auxiliaram durante a execução deste trabalho: Higor, Bruno, Williany e Maria Paula. E a todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho. E colegas de turma e amigos, Carol, Amanda e Nathalia, Pedro e Narciso por compartilharem comigo tantos momentos de descobertas e aprendizado e por todo o companheirismo ao longo deste percurso.

Ao Prof. Max, pelos ensinamentos e motivação na aplicação do ensino acadêmico em Química durante o curso, pelas conversas e parcerias nos trabalhos realizados.

A instituição de ensino UFPB - CCHSA, Campus III, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

Ao MEJ e Agrocon Jr., por todas as experiências e pessoas incríveis que pude conhecer e sentir como viver em um movimento que pode transformar vidas, tornando o impossível no possível, de ser uma chama que nunca se acaba, de não negar o chamado, pois o amor pelo MEJ sempre vence.

A Lais e Lucas, muito obrigada por toda inspiração, puxões de orelha, risadas, conversas e conselhos, sem vocês eu não teria conhecido o que é realmente a Agroindústria.

Agradeço a mim, por ter suportado todo o processo com coragem.

“Tudo é possível para um coração cheio de coragem”

*Movimento Empresa Júnior - MEJ*

## RESUMO

O queijo coalho é um alimento que atrai o paladar de pessoas de todas as idades, sendo um alimento rico em nutrientes como cálcio e proteínas, que contribuem para uma alimentação saudável. Entretanto, devido ao seu alto valor nutricional e frescor, e devido a possíveis falhas em seu processamento (especialmente ausência de Boas Práticas de Fabricação - BPFs), é um alimento altamente susceptível a contaminações microbiológicas, conferindo um risco à saúde do consumidor. Para contornar este problema, técnicas de conservação de alimentos podem ser aplicadas e, especialmente para queijos, os revestimentos comestíveis, somados às embalagens diversas, como à vácuo, têm sido amplamente estudados. Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência de revestimentos comestíveis (à base de água e soro de leite) somados a embalagem normal e à vácuo na qualidade microbiológica e físico-química de queijos coalho. Foram elaborados 2 tipos de revestimentos, sendo o tratamento T1 com revestimento comestível à base de água, T2 com revestimento comestível à base de soro de leite e T3 sem revestimento. Cada tratamento foi submetido a dois sistemas de embalagem, sendo um em sacos normais de nylon/polietileno (QN) e outro em embalagem à vácuo (QV), totalizando 6 tratamentos. Os queijos foram avaliados quanto a parâmetros físico-químicos e físicos de umidade, acidez titulável, pH, sólidos solúveis e cor e quanto a parâmetros microbiológicos de presença de *Salmonella* spp. e quantificação de *E. coli* e estafilococos coagulase positiva durante o armazenamento por 21 dias sob refrigeração. Foi possível observar um efeito positivo do revestimento comestível à base de água na manutenção da umidade e nas coordenadas colorimétricas L e a\* (referente ao amarelo, cor característica de queijos) do queijo em embalagem normal, pois para o tratamento T1(QN) nenhum dos parâmetros variaram estatisticamente durante o armazenamento (umidade, parâmetros L e a\*), enquanto para o tratamento T3(QN) todos os parâmetros citados apresentaram diferença estatística significativa. Já para os parâmetros microbiológicos, ambos os revestimentos comestíveis (mas especialmente o preparado com soro de leite) melhoraram a conservação do queijo, principalmente com a associação da embalagem à vácuo, que garantiu a melhor proteção contra a presença dos microrganismos estudados, especialmente para *E. coli* que é um indicador de contaminação fecal para alimentos. Esse estudo então demonstrou a eficácia da embalagem à vácuo e da aplicação de revestimentos comestíveis à base de soro na qualidade microbiológica e físico-química do queijo coalho, valorizando estas metodologias de embalagens que são simples, rápidas de serem aplicadas e de baixo custo.

**Palavras-chaves:** Tecnologias de embalagem, estabilidade microbiológica, qualidade físico-química.

## ABSTRACT

Coalho cheese is a food that appeals to the palate of people of all ages, being a food rich in nutrients such as calcium and proteins, which contribute to a healthy diet. However, due to its high nutritional value and freshness, and due to possible processing failures (especially the absence of Good Manufacturing Practices - GMPs), it is a food highly susceptible to microbiological contamination, posing a risk to consumer health. To address this problem, food preservation techniques can be applied, and especially for cheeses, edible coatings, combined with various packaging methods, such as vacuum packaging, have been extensively studied. Thus, this research aimed to evaluate the efficiency of edible coatings (based on water and whey) combined with normal and vacuum packaging on the microbiological and physical-chemical quality of coalho cheese. Two types of coatings were developed, with treatment T1 having an edible coating based on water, T2 having an edible coating based on whey, and T3 having no coating. Each treatment was subjected to two packaging systems, one in regular nylon/polyethylene bags (QN) and the other in vacuum packaging (QV), totaling 6 treatments. The cheeses were evaluated for physical-chemical and physical parameters of moisture, titratable acidity, pH, soluble solids, and color, as well as microbiological parameters for the presence of *Salmonella* spp. and quantification of *E. coli* and coagulase-positive staphylococci during storage for 21 days under refrigeration. A positive effect of the water-based edible coating on the maintenance of moisture and the colorimetric coordinates L and a\* (related to yellow, a characteristic color of cheeses) of the cheese in normal packaging was observed, as for treatment T1(QN) none of the parameters varied statistically during storage (moisture, L and a\* parameters), while for treatment T3(QN) all the mentioned parameters showed a significant statistical difference. As for the microbiological parameters, both edible coatings (but especially the one prepared with whey) improved the preservation of the cheese, mainly with the association of vacuum packaging, which ensured better protection against the presence of the studied microorganisms, especially *E. coli*, which is an indicator of fecal contamination in food. This study then demonstrated the effectiveness of vacuum packaging and the application of whey-based edible coatings on the microbiological and physical-chemical quality of coalho cheese, valuing these packaging methodologies that are simple, quick to apply, and low-cost.

**Key-words:** Packaging technologies, microbiological stability, physical-chemical quality.

## **LISTA DE SIGLAS**

CCHSA	CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS SOCIAIS E AGRÁRIAS
PDLAT	LABORATÓRIO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM LATICÍNIOS
UFPB	UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Formulações de soluções filmogênicas.....	23
<b>Tabela 2</b> - Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho obtidos na realização das análises do Tratamento 1 (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	27
<b>Tabela 3</b> - Valores médios das determinações instrumentais de cor nas amostras de queijo coalho no Tratamento 1 (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	29
<b>Tabela 4</b> - Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho obtidos na realização das análises do Tratamento 2 (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	30
<b>Tabela 5</b> - Valores médios das determinações instrumentais de cor nas amostras de queijo coalho no Tratamento 2 (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	30
<b>Tabela 6</b> - Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho obtidos na realização das análises do Tratamento 3 (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	31
<b>Tabela 7</b> - Valores médios das determinações instrumentais de cor nas amostras de queijo coalho no Tratamento 3 (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	32
<b>Tabela 8</b> - Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho obtidos na realização das análises dos tratamentos T1, T2 e T3 em relação ao Tempo (0) (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	33
<b>Tabela 9</b> - Resultados de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g), <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g), e <i>Salmonella</i> spp. (25 g) no Tratamento 1 (T1).....	34
<b>Tabela 10</b> - Resultados de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g), <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g) e <i>Salmonella</i> spp. (25 g) no Tratamento 2.....	35
<b>Tabela 11</b> - Resultados de <i>Escherichia coli</i> (NMP/g), <i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g) e <i>Salmonella</i> spp. (25 g) no Tratamento 3.....	37
<b>Tabela 12</b> - Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho obtidos na realização das análises do tratamento T1 (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	45
<b>Tabela 13</b> - Valores médios das determinações instrumentais de cor nas amostras de queijo coalho no T1 (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo).....	47

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Fluxograma de produção do queijo coalho.....	22
<b>Figura 2</b> - Fluxograma de aplicação de revestimentos no queijo coalho.....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
3.1 QUEIJO COALHO.....	17
3.2 DETERIORAÇÃO MICROBIOLÓGICA.....	18
3.3 EMBALAGENS EM ALIMENTOS.....	19
<b>3.3.1 Embalagens plásticas usuais de polietileno e de poliamida.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.2 Revestimentos comestíveis.....</b>	<b>20</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
4.1 OBTENÇÃO DOS MATERIAIS E PREPARO DOS QUEIJOS.....	22
4.2 PREPARO DOS REVESTIMENTOS E EMBALAGEM DOS QUEIJOS.....	23
<b>4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....</b>	<b>25</b>
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	25
4.5 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS ADICIONAIS.....	26
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....	26
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 PARÂMETROS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS.....</b>	<b>27</b>
5.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	34
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O queijo é um alimento que atrai o paladar de pessoas de todas as idades, sendo um alimento rico em nutrientes como cálcio e proteínas, e contribuindo para uma alimentação saudável. Tanto fresco quanto maturado, sólido ou cremoso, o queijo colabora para uma dieta de bom nível nutricional (Possas *et al.*, 2021). Entretanto, independentemente do tipo de queijo e do seu processo produtivo, falhas no controle de qualidade em qualquer etapa, incluindo no processamento, estocagem ou distribuição, podem resultar em um produto de má qualidade, o que coloca em risco a saúde dos consumidores. Por serem produtos excessivamente manipulados, contaminações microbiológicas nos queijos são comuns, especialmente nos queijos frescos. Adicionalmente, as contaminações microbiológicas no queijo podem estar relacionadas à baixa qualidade do leite, limpeza ineficaz dos equipamentos e à falta de Boas Práticas de Fabricação (BPF) durante sua produção (Giannoglou *et al.*, 2020; Penna *et al.*, 2021).

Desta forma, a análise microbiológica dos queijos é de extrema importância para a segurança do consumidor, pois é por meio dela que se pode detectar microrganismos patogênicos como a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp., que são os principais microrganismos envolvidos nos surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHAs) ocorridos no Brasil de 2012 a 2021 (Ministério da Saúde, 2022), sendo responsáveis por 53,7% dos casos. Esses microrganismos podem causar intoxicações e infecções alimentares de pouco ou grande risco para a saúde do consumidor (Sousa *et al.*, 2014).

Para evitar a produção de queijos de má qualidade microbiológica e atender as exigências do mercado consumidor, é essencial o emprego das Boas Práticas de Fabricação (BPFs) na produção dos queijos. As BPFs são normas relacionadas a práticas higiênicas que devem ser seguidas desde a obtenção da matéria prima até que o produto final seja destinado ao mercado e chegue ao consumidor (Souza, 2021). A inspeção e a avaliação higiênico-sanitária também são fatores importantes para garantir a qualidade do leite e dos queijos, representando benefícios para o produtor, para a indústria, para o consumidor e para o sistema de saúde, pois reduz os gastos com saúde pública (Boas *et al.*, 2020).

Adicionalmente, sabe-se que a conservação de alimentos é um processo essencial que visa garantir a integridade alimentar, permitindo a redução do desperdício. A deterioração dos alimentos e a contaminação por patógenos geralmente começam na superfície do alimento. Sendo assim, tratamentos de superfície de alimentos e embalagens após os

tratamentos são fundamentais para proteger sua qualidade e garantir sua segurança (Malhotra *et al.*, 2015). Uma forma de atingir esse objetivo é pela aplicação de revestimentos ou filmes comestíveis em superfícies alimentares. Esses revestimentos e filmes são elaborados com polímeros naturais e podem aumentar a segurança para impedir a transferência de umidade, a absorção de oxigênio e a oxidação lipídica (Cerqueira *et al.*, 2009).

Outra técnica utilizada com este fim é a embalagem à vácuo, que consiste na remoção do ar presente dentro da embalagem, que resulta na ampliação do prazo de validade comercial do alimento (Mantilla *et al.*, 2010). Esse tipo de conservação atende à demanda crescente por alimentos frescos e de alta qualidade, que possuam uma vida útil mais longa, sem a necessidade de utilização de conservantes ou quaisquer aditivos. Em geral, os alimentos mais apropriados para este acondicionamento devem ter um valor comercial significativo e se beneficiar economicamente ao manter sua qualidade e durabilidade por um período prolongado (Cetea, 2003).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficiência de revestimentos comestíveis à base de compostos orgânicos combinados com embalagem normal de polietileno e a vácuo de poliamida na qualidade microbiológica e físico-química de queijo coalho.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar o queijo coalho;
- Elaborar o revestimento comestível para aplicação, sendo um a base de água e outro a base de soro de leite;
- Acondicionar o queijo coalho em embalagens de polietileno e poliamida;
- Avaliar a eficiência de revestimentos comestíveis na estabilidade microbiológica de queijo coalho durante 21 dias;
- Avaliar a eficiência de embalagem a vácuo associada ou não a revestimentos comestíveis na estabilidade microbiológica e físico-química de queijo coalho durante 21 dias.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 QUEIJO COALHO

O queijo coalho é um alimento presente na culinária nordestina, apreciado de diversas formas pela população local, sendo produzido por vários Estados da Região Nordeste do Brasil (Nassu; Macedo; Lima, 2006). Como resultado da coagulação do leite, seguida de uma desidratação da coalhada, pode ser consumido tanto fresco quanto maturado (Lima; Penna, 2012). Além de ter bastantes variações em termos de texturas, odores, sabores e formatos, é incluído na alimentação diária dos humanos por conta de sua composição (rica em proteínas, cálcio, minerais e vitaminas) (Costa *et al.*, 2018).

As etapas de processamento do queijo coalho se iniciam na seguinte ordem: Recepção do leite, pasteurização lenta em temperatura de 62 °C a 65 °C, adição de fermento, cloreto de cálcio e coalho, sendo este último obrigatório, logo depois se inicia a coagulação (leite em repouso durante 40 a 60 minutos), corte da coalhada (vertical e horizontal), mexedura, cozimento da massa (aquecer a massa até uma temperatura de 45 °C a 55 °C), salga (adicionar o sal dissolvido em soro), enformagem (colocar a massa em fôrmas cilíndricas ou retangulares), prensagem e viragem, maturação em câmara refrigerada à temperatura de 10 °C a 12 °C, durante 5 a 10 dias, acondicionar os queijos em embalagens plásticas, e por fim, encerra no armazenamento do produto sob refrigeração, à temperatura de 10 °C a 12 °C, até sua distribuição e comercialização (Nassu; Macedo; Lima, 2006).

Durante o processo de fabricação do queijo coalho, a pasteurização é uma etapa relevante para a redução de microrganismos patogênicos, causadores de doenças, assim como implica na diminuição da maioria dos microrganismos no leite, mantendo o máximo de sua composição e estrutura (Lima; Penna, 2012). Entretanto, mesmo com esse processo, o queijo coalho ainda se torna favorável ao aparecimento desses microrganismos com o passar do tempo de produção.

A maior parte da produção de queijo coalho, apesar de representar uma parte da economia local, ainda é realizada de modo artesanal, sem uso de novas tecnologias adequadas (Munhoz *et al.*, 2021). Diante disso, durante a produção do queijo coalho artesanal, quando não são utilizados métodos de pasteurização corretas, pode ocasionar em uma contaminação microbiológica, levando o aparecimento de microrganismos patogênicos como: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp., que caracteriza uma ameaça ao bem-estar do consumidor deste produto (Melo *et al.*, 2021).

### 3.2 DETERIORAÇÃO MICROBIOLÓGICA

Conforme o aumento da procura dos consumidores por alimentos frescos, torna-se essencial a garantia da qualidade e a segurança dos alimentos. Porém, a perda de qualidade e durabilidade dos alimentos são limitadas pela deterioração, resultando em desperdício e insegurança alimentar (Odeyemi *et al.*, 2020).

A deterioração microbiológica continua sendo um desafio constante em escala mundial, apesar das variedades de técnicas empregadas na conservação e no interesse por melhorias nos processos de produção, estocagem e distribuição de alimentos. Além disso, a deterioração microbiológica pode ser resultado do crescimento de microrganismos, da produção de enzimas extracelulares ou de enzimas liberadas pela lise celular (Pinto; Landgraf; Franco, 2019).

Na produção de queijo coalho em pequenas agroindústrias, o aparecimento de defeitos no produto decorre principalmente da contaminação microbiológica. A propagação de bactérias no queijo aponta erros ou ausência nas boas práticas de fabricação, revelando a falta de treinamento dos colaboradores em relação à higiene pessoal e de equipamentos, ou até mesmo durante o recebimento do leite na indústria (Saraiva; Dutra; Barroso, 2023).

Mesmo com a dificuldade de manter as boas práticas durante o processo de produção e resultando na contaminação microbiológica, é importante manter o controle microbiológico para o queijo coalho. De acordo com a IN 161/2022 (BRASIL, 2022), a *Salmonella* deve ser ausente em 25 g, em relação a *Estafilococos coagulase* positiva é permitido o máximo de  $2,0 \times 10^3$  UFC/g, e a presença de microrganismos como *E.coli* para queijos com umidade igual ou acima de 46% é permitido até  $1,0 \times 10^3$  UFC/g.

Dessa maneira, a qualidade microbiológica dos alimentos é indispensável para a saúde pública, e identificar o nível de contaminação é necessário para estabelecer recomendações e medidas de controle para garantir a segurança alimentar (Sola; Rezende, 2023). Assim, Odeyemi *et al.* (2020) ressalta que, para prevenir a contaminação dos alimentos, é necessário planejar e executar estratégias, políticas e tecnologias eficientes no processamento e armazenamento para diminuir o crescimento de microrganismos, como por exemplo com o uso de embalagens.

### 3.3 EMBALAGENS EM ALIMENTOS

Segundo a RDC Nº 91, de 11 de maio de 2001 (BRASIL, 2001), a embalagem para alimentos é tudo aquilo que está em contato direto com eles, acondicionado-os desde sua fabricação até sua entrega ao consumidor, a fim de protegê-los de agente externos, alterações nas suas características, contaminações e de possíveis adulterações.

As embalagens preservam e prolongam a vida útil dos alimentos, colaborando diretamente na diminuição do desperdício e de gastos econômicos. Por essa razão, são essenciais para proteção, acondicionamento, transporte e viabilização da distribuição, identificação e consumo (Carvalho; Oliveira; José, 2021).

Com as funções e benefícios das embalagens em alimentos, as embalagens plásticas têm propriedades únicas que variam de acordo com o material e suas características estruturais. Assim, a estrutura química dos plásticos em embalagens mudam conforme o processamento, dos aditivos adicionados e associação com outros polímeros (Jorge, 2013).

#### **3.3.1 Embalagens plásticas usuais de polietileno e de poliamida**

Segundo Fabris, Freire e Reyes (2006), as embalagens plásticas têm importantes características que colaboram para a qualidade e ampliam a distribuição dos alimentos, contribuindo nas trocas comerciais. Portanto, os alimentos que são envolvidos por essas embalagens ganham valor econômico e segurança.

O termoplástico mais frequentemente utilizado nas embalagens do dia-a-dia do consumidor é o polietileno. Diferencia-se pela sua densidade, em que, quanto mais ramificações, menor será sua densidade, e caso contrário, será considerado como alta densidade, apresentando estrutura linear. Assim, o polietileno de baixa densidade tem maior utilização como filmes plásticos, diferente do polietileno de alta densidade, utilizado na produção de garrafas por ter uma estrutura mais rígida (Jorge, 2013).

Diante das características do polietileno, o mesmo é utilizado para produção de sacos e sacolas, garrafas, utensílios domésticos, brinquedos, entre outros. Em relação às embalagens, pode ser utilizado em contato direto com alimentos, por ter uma boa resistência química, por ser termoplástico e por oferecer uma excelente barreira contra a umidade (Mergen, 2004).

Segundo Jorge (2013), a embalagem à vácuo de poliamida é, de maneira geral, chamada de náilon (nylon). Mesmo sendo termoplástico, esse tipo de embalagem não é termoestável. Por esse motivo, é laminada por polietileno na etapa de co-extrusão para

favorecer a operação de termosoldagem nas embalagens flexíveis. E ainda de acordo com o autor, além das embalagens flexíveis, também se trabalha nas bandejas em acondicionamento a vácuo e sob atmosfera modificada para queijos, carnes, pescados (co-extrusão e laminação), tal como embalagens resistentes a temperaturas elevadas para produtos de pré-cozidos.

A poliamida é muito utilizada como filme em embalagens flexíveis por causa de sua barreira contra gases e aromas, além da sua resistência mecânica, resistência térmica, resistência a óleos e gorduras, resistência à maioria das substâncias químicas e sua termoformação. Também são resistentes a ácidos e ácidos diluídos, porém reagem a ácidos fortes e agentes oxidantes. Entretanto, as principais desvantagens das poliamidas são a fraca resistência ao vapor de água e a diminuição das propriedades mecânicas e de barreira com a umidade (Mergen, 2004).

### **3.3.2 Revestimentos comestíveis**

Atualmente, existem várias opções de uso no mercado para filmes e revestimentos comestíveis em alimentos perecíveis, devido ao papel principal na preservação desses alimentos, evitando a contaminação por microrganismos, diminuindo as trocas gasosas e de umidade, mantendo a textura e o valor nutricional dos mesmos (Silva *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a crescente atenção para pesquisas em volta do tema beneficia diversos segmentos do setor alimentícios, incluído carnes, laticínios, frutas e hortaliças, onde a pesquisa de qualidade pode satisfazer os consumidores, além de oferecer utilidade sustentável ao reduzir o desperdício e/ou substituir compostos plásticos (Friedrichsen *et al.*, 2022). E este uso de filmes e revestimentos comestíveis na indústria de alimentos é uma opção benéfica e sustentável, pois pode chegar a substituir polímeros derivados do petróleo por polímeros biodegradáveis, auxiliando na diminuição do acúmulo de resíduos sólidos e na diminuição do desperdício de alimentos, sendo de grande relevância tanto social quanto econômica (Silva *et al.*, 2022).

Em consideração aos microrganismos patogênicos que levam a deterioração microbiológica dos alimentos, os filmes e revestimentos comestíveis aprimoram a vida de prateleira e qualidade dos alimentos, formando-se uma barreira à transmissão de umidade, maior aspecto visual e diminuição da contaminação microbiológica (Júnior; Sousa; Costa, 2021). Assim, os revestimentos comestíveis seriam uma solução com o objetivo de conservar o alimento desses microrganismos que afetam a saúde humana.

Com a maior procura dos consumidores por alimentos mais saudáveis, a indústria vem inovando e desenvolvendo novos produtos, resultando em novas pesquisas voltadas ao assunto, priorizando as características dos alimentos e a saúde pública (Carrasco; Gandra; Chim, 2019).

Existem exemplos de filmes comestíveis que são vendidos e usados atualmente no mercado exterior. Um modelo comercial inovador de embalagem para alimentos, é de uma empresa francesa chamada Lactips, que desenvolveu um novo pellet termoplástico totalmente feito de proteína do leite (caseína). Esse filme formado por essa proteína também funciona como um filtro para gases, associado às suas características comestíveis e biodegradáveis (Kumar *et al.*, 2021).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

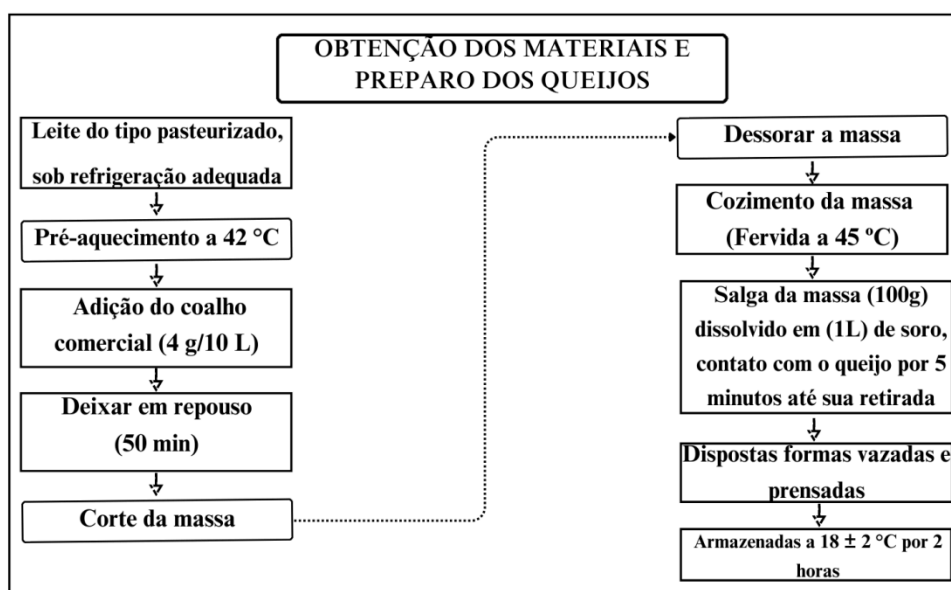
A pesquisa foi realizada no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, localizado no Campus III da Universidade Federal da Paraíba na cidade de Bananeiras – PB. A produção do queijo coalho foi realizada no Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Laticínios - PDLAT. As análises físico-químicas e microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Análise Físico-química de Alimentos e no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, respectivamente.

### 4.1 OBTENÇÃO DOS MATERIAIS E PREPARO DOS QUEIJOS

A matéria-prima foi obtida do Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Laticínios - PDLAT, na forma de leite do tipo pasteurizado, sob refrigeração adequada. O queijo coalho foi produzido em laboratório logo após a aquisição do leite, de acordo com a metodologia proposta por Melo *et al.* (2023).

Na produção do queijo coalho (Figura 1), o leite foi pré-aquecido a 42 °C para adição do coalho comercial (4 g/10 L), permanecendo em repouso por 50 minutos. Em seguida, foi efetuado o corte da massa com liras verticais e horizontais. Após o corte, a massa foi dessorada.

**Figura 1** - Fluxograma de produção do queijo coalho



Fonte: Autoral, 2024.

Para o cozimento da massa obtida, esta foi fervida a 45 °C. Na etapa de salga, foi adicionado 100 g de cloreto de sódio iodado, dissolvido em 1 L de soro, permanecendo em contato com o queijo por 5 minutos até sua retirada. A massa remanescente foi disposta em formas vazadas e prensadas. As peças de queijo produzidas foram mantidas a  $18 \pm 2$  °C por 2 horas, visando criar condições de abuso térmico para o desenvolvimento de microrganismos e estimar o efeito dos tratamentos sobre estes.

#### 4.2 PREPARO DOS REVESTIMENTOS E EMBALAGEM DOS QUEIJOS

Para a produção dos revestimentos, utilizou-se água, soro de leite, amido de mandioca, ácido acético e glicerol (Tabela 1), sendo aplicados juntamente com as embalagens nos tratamentos T1 e T2, enquanto no T3 foram adicionadas somente as embalagens. Assim, totalizando 6 tratamentos, sendo 2 tratamentos sem nenhum revestimento e conforme metodologia de Silva *et al.* (2023). A solução filmogênica foi desenvolvida com a substituição da água por soro de leite, verificando o efeito do soro de leite como agente solvente na elaboração do filme.

**Tabela 1.** Formulações de soluções filmogênicas

Ingredientes	Tratamentos	
	T1	T2
Água	180 mL	-
Soro de leite	-	180 mL
Amido de mandioca	10g	10g
Ácido acético	20 mL	20 mL
Glicerol	10 mL	10 mL

Fonte: Autoral.

Para a produção do revestimento do tratamento 1 (T1), inicialmente foi adicionado água a uma panela higienizada, misturando o amido de mandioca com uma colher de metal também higienizada. Logo depois, foi levado ao aquecimento, adicionando o glicerol até alcançar a viscosidade desejada, por fim foi retirado do aquecimento, e acrescentado o ácido

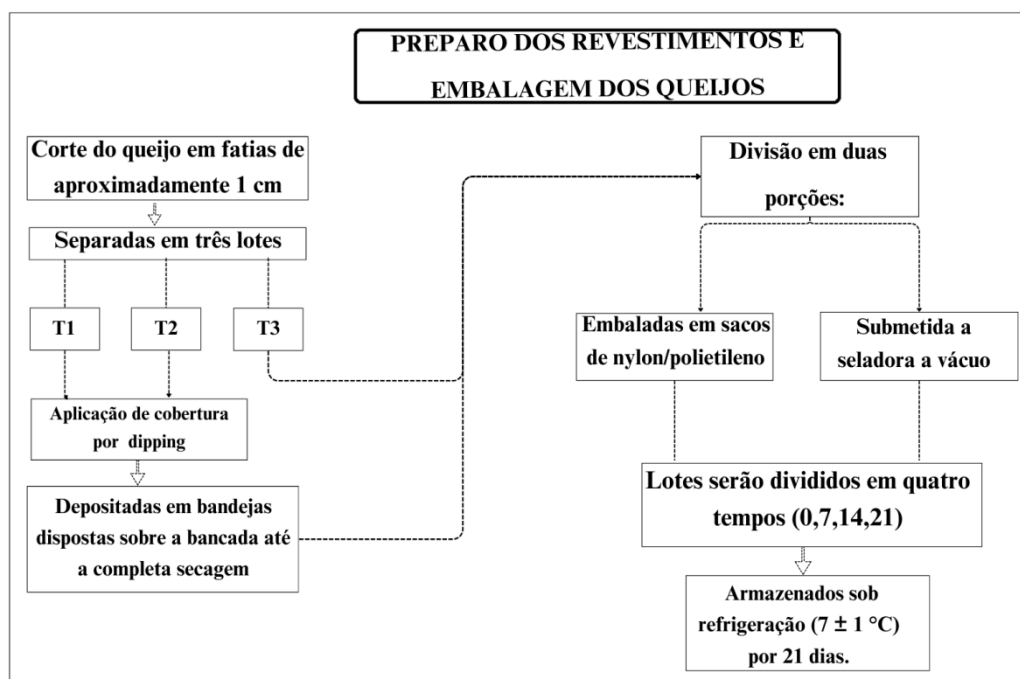
acético. O mesmo ocorreu no desenvolvimento do tratamento 2 (T2), substituindo a água por soro de leite.

Os 6 tratamentos foram codificados da seguinte forma:

- Revestimento Comestível 1 (T1) + QN: Queijo submetido a aplicação do revestimento comestível 1 (T1) a base de água, acondicionado em embalagem de polietileno (normal).
- Revestimento Comestível 1 (T1) + QV: Queijo submetido a aplicação do revestimento comestível 1 (T1) a base de água, acondicionado em embalagem de nylon/poliamida (à vácuo).
- Revestimento Comestível 2 (T2) + QN: Queijo submetido a aplicação do revestimento comestível 2 (T2) a base de soro, acondicionado em embalagem de polietileno (normal).
- Revestimento Comestível 2 (T2) + QV: Queijo submetido a aplicação do revestimento comestível 2 (T2) a base de soro, acondicionado em embalagem de nylon/poliamida (à vácuo).
- Tratamento 3 (T3) + QN: Queijo sem ser submetido a aplicação do revestimento comestível, acondicionado em embalagem de polietileno (normal).
- Tratamento 3 (T3) + QV: Queijo sem ser submetido a aplicação do revestimento comestível, acondicionado em embalagem de nylon/poliamida (à vácuo).

Após a produção das peças de queijo coalho e manutenção a  $18 \pm 2$  °C por 2 horas, elas foram cortadas em fatias de aproximadamente 1 cm e separadas em três lotes (Figura 2) para aplicação dos tratamentos descritos na Tabela 1. A aplicação de coberturas foi por *dipping*, método que mergulha as porções de queijo três vezes consecutivas em cada cobertura com a ajuda de garfo higienizado. Após o mergulho, as porções foram depositadas em bandejas dispostas sobre a bancada até a completa secagem das peças (Melo *et al.*, 2023). Em seguida, cada tratamento foi dividido em duas porções, sendo metade das amostras embaladas normalmente em sacos de polietileno e a outra metade em sacos de nylon (poliamida), a qual foi submetida a seladora a vácuo. E logo depois, os lotes foram divididos em quatro partes, sendo uma parte para cada tempo analisado (0, 7, 14 e 21 dias). Todos os tratamentos foram armazenados sob refrigeração ( $7 \pm 1$  °C) por 21 dias.

**Figura 2** - Fluxograma de aplicação de revestimentos no queijo coalho



Fonte: Autoral, 2024.

### 4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas dos queijos foram realizadas a cada 7 dias, durante o intervalo de 21 dias. Foi realizada análise quanto à presença de *Salmonella* spp./25 mL, e de contagem de estafilococos coagulase positiva e *Escherichia coli*, conforme recomendação da IN 161/2022 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária para queijos (BRASIL, 2022). Os métodos de análise foram os recomendados pela *American Public Health Association* (APHA, 2001).

### 4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As determinações de umidade foram realizadas por perda de peso da amostra em estufa a 105 °C, até peso constante, proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, lipídeos utilizou-se a metodologia descrita de Folch, (1957), e cinzas por meio da incineração da amostra em mufla, a 550 °C, em triplicata, segundo métodos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### 4.5 ANÁLISES FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS ADICIONAIS

Os queijos coalhos foram avaliados também a cada 7 dias quanto a cor, sólidos solúveis, pH e acidez titulável durante 21 dias. Todas as análises foram realizadas em triplicata. A análise de cor foi realizada por meio de colorímetro, com leitura por reflectância das coordenadas L\* (luminosidade), a\* (intensidade de + vermelho e - verde) e b\* (intensidade de + amarelo e - azul). As análises de sólidos solúveis, pH por potenciometria direta pHmetro digital Kasvi, modelo K39-1410A (com eletrodo de vidro combinado) e acidez titulável (titulação potenciométrica com NaOH 0,1 mol/L) com os resultados expressos em porcentagem de ácido láctico, foram realizadas de acordo com os métodos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### 4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio dos programas *Microsoft Excel* e *Assistat 7.7*.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 PARÂMETROS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Coalho (Brasil, 2001), os parâmetros físico-químicos correspondem às características de composição e qualidade dos queijos de média a alta umidade, conforme estabelecido pela Portaria 146/1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1996), a qual determina a classificação dos queijos coalho em de alta umidade, entre 46,0% a 54,9%, e média umidade com teor entre 36,0% e 45,9%. Ao perceber as pequenas variações nos parâmetros físicos e físico-químicos avaliados em T1 (Apêndice A e Apêndice B), repetiu-se a elaboração desta formulação e as análises também foram repetidas. Porém, agora, focou-se apenas nos parâmetros de umidade, acidez titulável, pH, sólidos solúveis (Tabela 2) e nos parâmetros colorimétricos (Tabela 3). Lembrando que as análises foram realizadas nos queijos embalados em embalagem plástica normal e à vácuo.

**Tabela 2.** Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho no Tratamento 1 com revestimento comestível à base de água (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Análises		Tempos			
		0	7	14	21
Umidade (%)	QN	54,57 <sup>a</sup> (±0,52)	54,87 <sup>a</sup> (±0,46)	55,15 <sup>a</sup> (±0,17)	54,33 <sup>a</sup> (±0,12)
	QV	53,95 <sup>a</sup> (±0,32)	54,00 <sup>a</sup> (±1,12)	53,17 <sup>a</sup> (±0,89)	53,02 <sup>a</sup> (±1,16)
Acidez titulável (%)	QN	2,35 <sup>c</sup> (±0,10)	2,79 <sup>ab</sup> (±0,11)	3,06 <sup>a</sup> (±0,15)	2,63 <sup>b</sup> (±0,11)
	QV	2,21 <sup>a</sup> (±0,37)	2,21 <sup>a</sup> (±0,14)	2,14 <sup>a</sup> (±0,42)	2,46 <sup>a</sup> (±0,06)
pH	QN	5,90 <sup>a</sup> (±0,35)	5,67 <sup>a</sup> (±0,31)	5,47 <sup>a</sup> (±0,20)	5,48 <sup>a</sup> (±0,14)
	QV	5,49 <sup>a</sup> (±0,03)	5,55 <sup>a</sup> (±0,06)	5,42 <sup>ab</sup> (±0,07)	5,31 <sup>b</sup> (±0,04)
Sólidos Solúveis (Brix°)	QN	0,50 <sup>b</sup> (±0,05)	0,60 <sup>a</sup> (±0,05)	0,70 <sup>a</sup> (±0)	0,70 <sup>a</sup> (±0)
	QV	0,50 <sup>a</sup> (±0,05)	0,60 <sup>a</sup> (±0)	0,60 <sup>a</sup> (±0,05)	0,60 <sup>a</sup> (±0)

Médias por tempo (0,7,14,21); ± desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de umidade observados no período de 21 dias não variaram ( $p < 0,05$ ) para nenhuma das embalagens (QN e QV). Quanto aos valores de acidez titulável, variaram apenas para embalagem normal (QN), de 2,35% a 3,06%, indicando diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Para o pH, de forma contraditória, variaram apenas para embalagem à vácuo, entre 5,31% a 5,49%, indicando diferença entre si ( $p < 0,05$ ). Em relação aos sólidos solúveis, o mesmo apresentou variação para ambas as embalagens, mas a diferença foi maior para a amostra QN. Ainda na Tabela 2, destaca-se o desvio padrão dos dados, que indica uma alta confiabilidade em que as médias não se distinguiram tanto entre si.

O teor de umidade determinado nas amostras aplicadas ao tratamento não apresentou diferença significativa. Macedo (2020), observou em seus estudos que as coberturas comestíveis de alginato de sódio não afetaram a umidade do queijo de coalho de forma negativa, resultando em valores próximos aos queijos do grupo controle.

Os resultados de acidez titulável indicaram diferença em relação a embalagem normal, porém, foi diferente para embalagem a vácuo. O indicativo possível dessa variação, é que na embalagem normal de polietileno tem uma menor permeabilidade a vapores d'água e elevada entrada de oxigênio (Jorge, 2013). Assim, favorecendo o crescimento de microrganismos responsáveis pela produção de ácido lático. Na pesquisa realizada por Pagani *et al.* (2012), o autor apresenta que os valores de acidez no queijo controle e queijos revestidos com extrato alcoólicos de fucsina e de açafraão diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ) no dia 0, em que a aplicação destes revestimentos podem influenciar nos parâmetros de acidez. Em relação aos valores de pH, Silva (2018) em sua pesquisa utilizando revestimento comestível incorporado com propólis para conservação de queijo coalho, pontuou que no queijo revestido houve diferença significativa no último tempo de armazenamento, apresentando o menor valor em relação aos tempos anteriores.

Os valores médios para o parâmetro de luminosidade não demonstraram efeito significativo durante o armazenamento, independente da embalagem. Com relação ao parâmetro  $a^*$ , os valores variam apenas para a amostra QN, de 1,20% a 2,40% ( $p < 0,05$ ). Quanto ao parâmetro  $b^*$ , que é referente à coloração amarelo clara característica do queijo coalho, os valores médios variaram apenas para a amostra QV durante o armazenamento, de 25,90% a 28,40% ( $p < 0,05$ ). Essa variação do parâmetro  $b^*$ , pode ocorrer pela oxidação enzimática, resultando na formação de pigmentos amarelos. Isso provavelmente se justifica porque a embalagem a vácuo de poliamida resiste a álcalis e ácidos diluídos, porém reage com ácidos fortes e com agentes oxidantes (Mergen, 2004).

Em relação aos resultados de cor, especialmente sobre o parâmetro L\* de luminosidade, nos estudos de Souza (2020), um dos tratamentos de queijo revestido detectou conservação da luminosidade durante o período de 10 dias de armazenamento, observando que o revestimento possibilita maior prevalência de frescor, reconhecida como cor pelo consumidor.

**Tabela 3.** Valores médios das determinações instrumentais de cor nas amostras de queijo coalho no Tratamento 1 com revestimento comestível à base de água (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Determinação		Tempos			
		0	7	14	21
Parâmetro L*	QN	76,00 <sup>a</sup> (±0,79)	74,80 <sup>a</sup> (±1,67)	76,00 <sup>a</sup> (±0,75)	75,006 <sup>a</sup> (±0,1)
	QV	75,00 <sup>a</sup> (±1,45)	74,40 <sup>a</sup> (±1,20)	75,80 <sup>a</sup> (±0,66)	74,70 <sup>a</sup> (±0,65)
Parâmetro a*	QN	1,20 <sup>b</sup> (±0,17)	2,10 <sup>ab</sup> (±0,75)	1,30 <sup>b</sup> (±0,05)	2,40 <sup>a</sup> (±0,26)
	QV	1,20 <sup>a</sup> (±0,25)	1,60 <sup>a</sup> (±0,23)	1,60 <sup>a</sup> (±0,20)	1,40 <sup>a</sup> (±0,40)
Parâmetro b*	QN	27,00 <sup>a</sup> (±1,08)	26,20 <sup>a</sup> (±0,17)	25,60 <sup>a</sup> (±1,15)	28,70 <sup>a</sup> (±1,44)
	QV	25,90 <sup>b</sup> (±0,81)	28,40 <sup>a</sup> (±1,81)	27,60 <sup>ab</sup> (±0,60)	27,30 <sup>ab</sup> (±0,52)

Médias por tempo (0,7,14,21); ± desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados médios encontrados nas análises de umidade, pH, sólidos solúveis e acidez titulável das amostras de queijo coalho do Tratamento 2 encontram-se descritos na Tabela 4. O Tratamento 2 (T2), no qual foi aplicado revestimento, com a substituição de água por soro de leite, foi analisado por 21 dias.

As análises de pH e Sólidos Solúveis não apresentaram variação ( $p < 0,05$ ) durante o armazenamento do queijo T2 durante 21 dias sob refrigeração (Tabela 4). Apenas os dados de umidade e acidez variaram, o que mostra que os efeitos de revestimentos e embalagens aplicados ao produto e, especialmente, destaca o revestimento comestível à base de soro de leite em relação ao revestimento a base de água na manutenção dessas características.

**Tabela 4.** Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho no Tratamento 2 com revestimento comestível à base de soro (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Análises		Tempos			
		0	7	14	21
Umidade (%)	QN	55,74 <sup>a</sup> ( $\pm 1,32$ )	53,29 <sup>b</sup> ( $\pm 0,82$ )	53,26 <sup>b</sup> ( $\pm 0,04$ )	52,72 <sup>b</sup> ( $\pm 0,64$ )
	QV	55,77 <sup>a</sup> ( $\pm 1,15$ )	52,60 <sup>b</sup> ( $\pm 0,94$ )	56,06 <sup>a</sup> ( $\pm 0,34$ )	55,03 <sup>a</sup> ( $\pm 0,97$ )
Acidez titulável (%)	QN	5,07 <sup>b</sup> ( $\pm 0,71$ )	6,94 <sup>a</sup> ( $\pm 0,34$ )	5,84 <sup>ab</sup> ( $\pm 0,13$ )	6,47 <sup>ab</sup> ( $\pm 0,75$ )
	QV	3,39 <sup>a</sup> ( $\pm 0,66$ )	3,57 <sup>a</sup> ( $\pm 0,46$ )	3,76 <sup>a</sup> ( $\pm 0,42$ )	3,42 <sup>a</sup> ( $\pm 0,75$ )
pH	QN	4,77 <sup>a</sup> ( $\pm 0,11$ )	4,80 <sup>a</sup> ( $\pm 0,20$ )	4,83 <sup>a</sup> ( $\pm 0,05$ )	4,62 <sup>a</sup> ( $\pm 0,10$ )
	QV	4,91 <sup>a</sup> ( $\pm 0,11$ )	4,97 <sup>a</sup> ( $\pm 0,11$ )	5,05 <sup>a</sup> ( $\pm 0,10$ )	5,14 <sup>a</sup> ( $\pm 0,20$ )
Sólidos Solúveis (Brix <sup>o</sup> )	QN	0,80 <sup>a</sup> ( $\pm 0,10$ )	0,83 <sup>a</sup> ( $\pm 0,06$ )	0,90 <sup>a</sup> ( $\pm 0$ )	0,80 <sup>a</sup> ( $\pm 0$ )
	QV	0,86 <sup>a</sup> ( $\pm 0,06$ )	0,80 <sup>a</sup> ( $\pm 0,10$ )	0,80 <sup>a</sup> ( $\pm 0,1$ )	0,80 <sup>a</sup> ( $\pm 0,1$ )

Médias por tempo (0,7,14,21);  $\pm$  desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios para o parâmetro de luminosidade demonstraram efeito significativo inicialmente no tempo 0 de armazenamento, quanto a embalagem normal. Com relação ao parâmetro a\*, os valores não variaram significativamente ( $p < 0,05$ ). Quanto ao parâmetro b\*, que é referente à coloração amarelo clara característica do queijo coalho, os valores médios variaram apenas para a amostra QN durante o armazenamento, de 25,40% a 25,26% ( $p < 0,05$ ), destacando o revestimento comestível com soro de leite na manutenção da cor (em comparação com aquele à base de água), especialmente com posterior embalagem à vácuo.

**Tabela 5.** Valores médios das determinações instrumentais de cor nas amostras de queijo coalho no Tratamento 2 com revestimento comestível à base de soro (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Determinação		Tempos			
		0	7	14	21
Parâmetro L*	QN	72,10 <sup>b</sup> ( $\pm 0,80$ )	75,60 <sup>a</sup> ( $\pm 0,89$ )	76,70 <sup>a</sup> ( $\pm 0,72$ )	77,03 <sup>a</sup> ( $\pm 0,25$ )
	QV	77,66 <sup>a</sup> ( $\pm 0,12$ )	77,26 <sup>a</sup> ( $\pm 0,32$ )	76,50 <sup>a</sup> ( $\pm 0,20$ )	76,66 <sup>a</sup> ( $\pm 0,90$ )

Parâmetro a*	QN	0,46 <sup>a</sup> (±0,25)	0,73 <sup>a</sup> (±0,21)	0,36 <sup>a</sup> (±0,21)	0,23 <sup>a</sup> (±0,06)
	QV	0,53 <sup>a</sup> (±0,31)	0,40 <sup>a</sup> (±0,17)	0,26 <sup>a</sup> (±0,12)	0,60 <sup>a</sup> (±0)
Parâmetro b*	QN	25,40 <sup>b</sup> (±0,46)	27,16 <sup>a</sup> (±0,58)	25,26 <sup>b</sup> (±0,55)	27,03 <sup>a</sup> (±0,31)
	QV	26,33 <sup>a</sup> (±0,59)	26,86 <sup>a</sup> (±0,42)	26,56 <sup>a</sup> (±0,78)	26,86 <sup>a</sup> (±0,49)

Médias por tempo (0,7,14,21); ± desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados médios encontrados nas análises de umidade, cinzas, lipídios, proteína, pH, sólidos solúveis e acidez titulável das amostras de queijo coalho do Tratamento 3 encontram-se descritos na Tabela 6. O Tratamento 3 (T3), no qual não foi aplicado revestimento, foi analisado por 21 dias.

**Tabela 6.** Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho no Tratamento 3 sem revestimento comestível (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Análises		Tempos			
		0	7	14	21
Umidade (%)	QN	58,90 <sup>a</sup> (±0,58)	57,87 <sup>a</sup> (±0,96)	57,72 <sup>a</sup> (±0,48)	55,29 <sup>b</sup> (±0,81)
	QV	54,37 <sup>b</sup> (±0,19)	54,45 <sup>b</sup> (±0,57)	56,32 <sup>a</sup> (±0,53)	54,27 <sup>b</sup> (±0,69)
Acidez titulável (%)	QN	0,10 <sup>b</sup> (±0,03)	0,19 <sup>b</sup> (±0,07)	0,20 <sup>b</sup> (±0,02)	0,65 <sup>a</sup> (±0,09)
	QV	0,35 <sup>b</sup> (±0,02)	0,22 <sup>b</sup> (±0,04)	0,23 <sup>b</sup> (±0,02)	0,86 <sup>a</sup> (±0,09)
pH	QN	6,11 <sup>b</sup> (±0,17)	6,84 <sup>a</sup> (±0,20)	6,88 <sup>a</sup> (±0,08)	6,60 <sup>ab</sup> (±0,38)
	QV	6,84 <sup>a</sup> (±0,05)	7,29 <sup>a</sup> (±0,29)	6,78 <sup>a</sup> (±0,36)	6,10 <sup>b</sup> (±0,01)
Sólidos Solúveis (Brix <sup>o</sup> )	QN	0,40 <sup>a</sup> (±0)	0,50 <sup>a</sup> (±0,1)	0,50 <sup>a</sup> (±0,1)	0,53 <sup>a</sup> (±0,06)
	QV	0,63 <sup>a</sup> (±0,06)	0,70 <sup>a</sup> (±0)	0,70 <sup>a</sup> (±0,10)	0,76 <sup>a</sup> (±0,06)

Médias por tempo (0,7,14,21); ± desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na análise de umidade pode-se observar diferença ( $p < 0,05$ ) no tempo 21 em relação aos outros tempos na embalagem normal (QN) e diferença no tempo 14 na embalagem a vácuo (QV), indicando a importância do revestimento comestível na manutenção da umidade. O mesmo ocorreu quanto à acidez titulável, que se tornou diferente ( $p < 0,05$ ) na variável do

tempo 21 em relação às variáveis dos outros tempos 0, 7 e 14, para as duas embalagens. Na análise de pH, os valores médios variaram entre 6,11% a 6,88% para embalagem normal (QN) e 6,10% a 7,29% para embalagem a vácuo (QV). Os valores médios em sólidos solúveis não demonstraram efeito significativo.

O teor de umidade classifica o queijo produzido nesta pesquisa como de alta umidade (umidade até 54,9%) segundo a legislação. Os resultados obtiveram maior proximidade com os estudos de Filho (2021), observando a variação de 55,52% a 52,39%, caracterizado pelo autor como queijo de alta umidade ( $46\% < \text{umidade} < 55\%$ ). Para acidez expressa em ácido láctico, Sousa *et. al* (2014) aponta em suas análises para queijos com inspeção, que os dados variaram de 0,16 a 0,74%, e para queijos artesanais, variou-se de 0,12 a 1,01%, resultando também sem diferença significativas entre eles ( $p > 0,05$ ). Os resultados de pH encontrados se aproximam dos estudos obtidos por Filho (2021), que apontou que o pH das amostras estudadas variaram entre 6,20 a 6,30%, observando que os queijos eram frescos, recém processados e não curados. Além disso, Silva (2018), em sua pesquisa, demonstrou que os queijos sem revestimentos não apresentaram diferença significativa a esse parâmetro no período de 15 dias, variando de 6,5 a 6,6.

**Tabela 7.** Valores médios das determinações instrumentais de cor nas amostras de queijo coalho no Tratamento 3 sem revestimento comestível (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Determinação		Tempos			
		0	7	14	21
Parâmetro L*	QN	75,83 <sup>ab</sup> (±0,66)	76,83 <sup>a</sup> (±1,62)	75,76 <sup>ab</sup> (±0,92)	73,16 <sup>b</sup> (±1,04)
	QV	77,63 <sup>a</sup> (±0,40)	75,23 <sup>ab</sup> (±1,59)	74,13 <sup>b</sup> (±0,73)	73,30 <sup>b</sup> (±0,87)
Parâmetro a*	QN	1,86 <sup>a</sup> (±0,25)	1,56 <sup>a</sup> (±0,47)	2,06 <sup>a</sup> (±0,41)	2,43 <sup>a</sup> (±0,25)
	QV	1,00 <sup>ab</sup> (±0,25)	0,80 <sup>b</sup> (±0,53)	1,86 <sup>a</sup> (±0,29)	1,50 <sup>ab</sup> (±0,30)
Parâmetro b*	QN	25,30 <sup>c</sup> (±0,43)	26,86 <sup>bc</sup> (±0,56)	28,06 <sup>ab</sup> (±0,23)	29,33 <sup>a</sup> (±1,59)
	QV	27,40 <sup>b</sup> (±0,87)	29,63 <sup>ab</sup> (±1,46)	30,00 <sup>a</sup> (±0,20)	29,76 <sup>a</sup> (±0,40)

Médias por tempo (0,7,14,21);  $\pm$  desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores médios para o parâmetro de luminosidade demonstraram efeito significativo entre si ( $p < 0,05$ ), variando de 73,16% a 77,76%, ou seja, o queijo coalho ficou

mais claro durante o armazenamento em embalagem normal, e a vácuo, variando de 73,30% a 77,63%. Com relação ao parâmetro  $a^*$ , os valores variaram ( $p < 0,05$ ) na embalagem a vácuo (QV), e também variaram quanto ao parâmetro  $b^*$ , no qual os valores médios variaram entre 25,30 a 29,33 ( $p < 0,05$ ) para embalagem normal, e entre 27,40% a 30,00% para embalagem a vácuo mais uma vez ressaltando a importância dos revestimentos na estabilidade dos queijos (em termos colorimétricos).

Segundo os estudos de Souza (2020), que avaliou amostras de queijo sem revestimento em um período de 10 dias de armazenamento, o parâmetro  $L^*$  de luminosidade obteve variação de 83,80 a 92,73, o parâmetro  $a^*$  variou-se de 0,11 a 0,32, e o parâmetro  $b^*$ , com valores entre 10,48 a 12,88.

Os resultados médios encontrados nas análises de umidade, cinzas, lipídios, proteína, pH, sólidos solúveis e acidez titulável das amostras de queijo coalho dos Tratamentos 1, 2 e 3, encontram-se descritos na Tabela 8.

**Tabela 8.** Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho nos tratamentos T1, T2 e T3 em relação ao Tempo (0) (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Parâmetro		Tempo (0)		
		Tratamentos		
		T1	T2	T3
Umidade (%)	QN	62,38 <sup>a</sup> (±1,26)	54,51 <sup>c</sup> (±1,19)	58,15 <sup>b</sup> (±0,95)
	QV	55,72 <sup>a</sup> (±0,73)	53,15 <sup>b</sup> (±0,74)	57,71 <sup>a</sup> (±1,05)
Cinzas (%)	QN	2,51 <sup>b</sup> (±0,07)	3,00 <sup>a</sup> (±0,06)	2,95 <sup>a</sup> (±0,02)
	QV	2,78 <sup>a</sup> (±0,30)	2,94 <sup>a</sup> (±0,25)	2,95 <sup>a</sup> (±0,05)
Lipídios (%)	QN	8,94 <sup>b</sup> (±0,16)	13,13 <sup>a</sup> (±0,84)	10,56 <sup>b</sup> (±1,55)
	QV	15,97 <sup>a</sup> (±0,85)	14,74 <sup>a</sup> (±1,19)	15,08 <sup>a</sup> (±0,18)
Proteína (%)	QN	13,86 <sup>c</sup> (±0,16)	16,46 <sup>b</sup> (±0,50)	19,73 <sup>a</sup> (±0,45)
	QV	18,32 <sup>a</sup> (±1,46)	20,24 <sup>a</sup> (±0,79)	20,59 <sup>a</sup> (±0,66)

Médias por tempo (0,7,14,21);  $\pm$  desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As análises de cinzas, lipídeos e proteínas não apresentaram variação ( $p < 0,05$ ) na embalagem a vácuo (QV) nos diferentes tratamentos (Tabela 10). Apenas os dados de

umidade variaram em relação a essa embalagem, o que mostra que os efeitos positivos da embalagem, tanto nos queijos T1 e T2, quanto no queijo T3, sem revestimento. Vale ressaltar que os dados apresentados estão dentro do esperado para queijo coalho, conforme legislação vigente, com exceção da umidade das amostras T1 e T3, tanto QN quanto QV, que deveria ser menor ou igual a 54,9% para queijos de alta umidade, como é classificado o coalho (de média a alta umidade).

## 5.2 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

Na Tabela 9, encontram-se os resultados de *Escherichia coli* das duas amostras (em duplicata), analisadas semanalmente dos tratamentos T1 com revestimento comestível à base de água, T2 com revestimento comestível à base de soro e T3 sem revestimento comestível. Em relação aos tratamentos 1 (T1) e tratamento 2 (T2), nenhuma das amostras apresentou contagem superior a  $10^3$  NMP/g. No entanto, com relação ao tratamento 3 (T3), pelo menos uma das duplicatas das amostras apresentou contagem superior a  $10^3$  NMP/g dentro dos 21 dias de análise. De acordo com a IN 161/2022 o padrão exigido para a amostra é máximo de  $10^3$  NMP/g.

**Tabela 9.** Resultados de *Escherichia coli* (NMP/g) nos tratamentos T1, T2 e T3

<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)		Tempo			
		0	7	14	21
<i>Tratamento 1</i>	QV	7,4	<3,0	<3,0	<3,0
	QV	3,0	3,6	<3,0	<3,0
	QN	$4,6 \times 10^2$	<3,0	<3,0	<3,0
	QN	$1,1 \times 10$	$2,3 \times 10$	<3,0	<3,0
<i>Tratamento 2</i>	QV	$1,5 \times 10$	<3,0	<3,0	<3,0
	QV	3,6	<3,0	<3,0	<3,0
	QN	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
	QN	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
<i>Tratamento 3</i>	QV	$2,1 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	3,6	$2,1 \times 10^2$
	QV	$4,6 \times 10^2$	$1,5 \times 10$	$7,5 \times 10$	$2,1 \times 10^2$
	QN	$1,1 \times 10^3$	$2,4 \times 10^2$	$4,3 \times 10$	>1100
	QN	$1,5 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2$

NMP= Número Mais Provável.

Em relação a *Escherichia coli* (Tabela 9), o tratamento 1 é possível observar elevada estabilidade do microrganismo presente no queijo revestido, tanto na sua embalagem normal

(QN) quanto à vácuo (QV), além de que nos tempos 14 e 21 obteve desempenho positivo ao contrário dos dois primeiros tempos, resultando em uma diminuição do microrganismo e aumentando a sua conservação. Já o tratamento 2, mostrou-se eficiente na diminuição do microrganismo desde o tempo (7) ao tempo (21), em que nenhuma das amostras esteve desacordo com a norma padrão. No entanto, com relação ao tratamento 3, uma das duplicatas das amostras no tempo (7) em embalagem a vácuo (QV), apresentou contagem superior a  $10^3$  NMP/g dentro dos 21 dias de análise.

Na pesquisa desenvolvida por Melo *et al.* (2021), a análise de qualidade de queijo de coalho comercializado em feiras livres da cidade de Campina Grande - PB, constatou-se a presença de coliformes em 90% das amostras com valores de contagem acima do limite aceitável pela legislação. Vale ressaltar que as amostras comercializadas não contam com revestimento antes da embalagem, o que ressalta a importância dos revestimentos aplicados no presente estudo, especialmente aquele com soro de leite na formulação.

Na Tabela 10, encontram-se os resultados preliminares de *Staphylococcus* coagulase positiva das duas amostras (em duplicata), analisadas semanalmente dos tratamentos T1 com revestimento comestível à base de água, T2 com revestimento comestível à base de soro e T3 sem revestimento comestível. Quanto ao tratamento 1 (T1) e tratamento 3 (T3), todas as 16 amostras apresentaram-se acima do limite de  $10^3$  UFC/g. Referente ao tratamento 2 (T2), nenhuma das 16 amostras apresentaram-se acima do limite de  $10^3$  UFC/g permitido pela IN 161/2022. Porém, é importante ressaltar que este é um resultado muito preliminar, pois são apenas referentes contagem em placas de colônias típicas, sendo necessário o teste confirmativo da coagulase para atestar a presença do microrganismo nas amostras e quantificar.

**Tabela 10.** Resultados de *Staphylococcus* coagulase positiva nos tratamentos T1, T2 e T3

<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)		Tempo			
		0	7	14	21
<i>Tratamento 1</i>	QV	$1,4 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$
	QV	$3,1 \times 10^4$	$8,8 \times 10^4$	$5,2 \times 10^4$	$1,5 \times 10^4$
	QN	$3,8 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$	$4,7 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
	QN	$2,9 \times 10^4$	$4,4 \times 10^4$	$6,5 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$
<i>Tratamento 2</i>	QV	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
	QV	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$
	QN	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$	$< 10^2$

<i>Staphylococcus</i> coagulase positiva (UFC/g)		Tempo			
		0	7	14	21
	QN	< 10 <sup>2</sup>	1,0x10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>2</sup>	< 10 <sup>2</sup>
<i>Tratamento 3</i>	QV	7,5x10 <sup>4</sup>	6,2x10 <sup>4</sup>	1,55x10 <sup>5</sup>	1,55x10 <sup>5</sup>
	QV	9,1x10 <sup>4</sup>	1,13x10 <sup>5</sup>	1,87x10 <sup>5</sup>	2,00x10 <sup>5</sup>
	QN	3,7x10 <sup>4</sup>	1,20x10 <sup>5</sup>	1,40x10 <sup>5</sup>	1,33x10 <sup>5</sup>
	QN	6,1x10 <sup>4</sup>	8,0x10 <sup>4</sup>	2,57x10 <sup>5</sup>	2,0x10 <sup>4</sup>

UFC= Unidade Formadora de Colônia por grama;

Quanto a contagem de colônias típicas de *Staphylococcus* coagulase positiva (Tabela 10), o tratamento 2 (T2) teve um efeito positivo na inibição do microrganismo. Todos esses dados evidenciaram uma maior eficiência do revestimento com soro de leite do que com água, e evidenciaram também pouca variação entre as embalagens com plástico comum e à vácuo.

A presença de *Staphylococcus* coagulase positiva nos estudos de Souza *et al.* (2014), foi apontado a contaminação elevada desse microrganismo no queijo tipo coalho nos estados do Nordeste pesquisados. Em que, foi observado que 98,15% das amostras de queijos coalhos artesanais e 92% de industriais com inspeção analisadas apresentaram parâmetros fora da legislação vigente. Bomfim *et al.* (2020), apresenta que o *Staphylococcus* coagulase positiva foi detectado em 91,66% das amostras de queijo coalho, e 87,5% dessas amostras apresentaram contagem acima do limite permitido pela legislação ( $5 \times 10^2$  UFC/g). Esses dados revelam o quanto esses dois microrganismos estudados são contaminantes importantes nesse tipo de produto, e ressaltam mais uma vez a importância do revestimento.

Souza (2020), em sua pesquisa com revestimento contendo soro de leite durante o período de 20 dias, demonstrou que os queijos revestidos em relação ao queijo controle existiu mudança significativa após o 10º dia, no qual houve estabilidade na multiplicação do microrganismo, apresentando um efeito inibidor provável do revestimento. Além disso, Melo (2023) em seus estudos com cobertura contendo quitosana e extrato de romã em diferentes concentrações, observaram que todas as amostras de queijo obtiveram resultado negativo à prova de coagulase na avaliação de *Staphylococcus* coagulase positiva, mesmo com o limite ultrapassado na contagem de colônias.

Na Tabela 11, encontram-se os resultados de *Salmonella* spp. das duas amostras (em duplicata), analisadas semanalmente dos tratamentos T1 com revestimento comestível à base de água, T2 com revestimento comestível à base de soro e T3 sem revestimento comestível.

Todas as amostras dos tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram ausência para esse microrganismo, atendendo ao padrão exigido para a amostra de Ausência em 25 g.

**Tabela 11.** Resultados de *Salmonella* spp. (25 g) dos tratamentos T1, T2 e T3

<i>Salmonella</i> spp./25 g		Tempo			
		0	7	14	21
<i>Tratamento 1</i>	QV	AUS	AUS	AUS	AUS
	QV	AUS	AUS	AUS	AUS
	QN	AUS	AUS	AUS	AUS
	QN	AUS	AUS	AUS	AUS
<i>Tratamento 2</i>	QV	AUS	AUS	AUS	AUS
	QV	AUS	AUS	AUS	AUS
	QN	AUS	AUS	AUS	AUS
	QN	AUS	AUS	AUS	AUS
<i>Tratamento 3</i>	QV	AUS	AUS	AUS	AUS
	QV	AUS	AUS	AUS	AUS
	QN	AUS	AUS	AUS	AUS
	QN	AUS	AUS	AUS	AUS

AUS= Ausência;

Silva (2018), em seus estudos analisando nos tempos de 0, 6 e 13 dias de queijos revestidos em revestimento contendo própolis em sua composição, também revelou ausência de *Salmonella* nas suas amostras, demonstrando um efeito positivo quando aplicado o revestimento. A ausência de *Salmonella* spp. também foi observada na pesquisa de Pimentel (2019), em que também não houve presença confirmativa do microrganismo. O autor ainda indica que o alto nível de coliformes termotolerantes deve indicar a presença de *Salmonella* spp., porém, existe a hipótese que a bactéria não se desenvolveu no produto por causa da competição com outros microrganismos, sobretudo, bactérias ácido lácticas e leveduras fermentadoras que provocam acidez no queijo geram bacteriocinas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo analisou a eficácia da embalagem à vácuo e da aplicação de revestimentos comestíveis na qualidade microbiológica e físico-química do queijo coalho.

Em relação aos resultados das análises físico-químicas, foi possível observar um efeito positivo do revestimento comestível à base de água na manutenção da umidade do queijo em embalagem normal. Nos demais parâmetros físico-químicos e nos colorimétricos, o revestimento com soro de leite se destacou, especialmente quando embalado a vácuo. Quanto aos parâmetros microbiológicos, ambos os revestimentos comestíveis (mas especialmente o preparado com soro de leite) melhoraram a conservação do queijo coalho, principalmente com a associação da embalagem à vácuo, que garantiu a melhor proteção contra a presença dos microrganismos patogênicos e indicadores estudados.

Com base nos resultados das análises físico-químicas e microbiológicas, o tratamento mais adequado para a conservação do queijo coalho é o que contém o revestimento comestível à base de soro de leite associado a embalagem a vácuo.

Por fim, a combinação de embalagem a vácuo e revestimentos comestíveis é eficaz para prolongar a vida útil e garantir a segurança microbiológica do queijo coalho, recomendando-se a adoção dessas técnicas para melhorar a qualidade e a segurança do produto.

## REFERÊNCIAS

- APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington, DC, 2001.
- BOAS, A. F. V.; BELPIEDE, E. L. S.; SILVA, N. R. F.; SILVA, M. F.; VEIGA, S. M. O. M. Qualidade microbiológica de queijos minas frescal artesanais e industrializados. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.10, p.83536-83552, 2020.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Instrução Normativa - IN N° 161, de 1° de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. **D.O.U. – Diário Oficial da União**. Brasília, 2022.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RDC nº 91 de 11 de maio de 2001. Aprova o regulamento técnico - Critérios gerais e classificação de materiais para embalagens e equipamentos em contato com alimentos. **D.O.U. – Diário Oficial da União**. Brasília, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa - IN N°30 de 26 de junho de 2001. Aprovar 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 União**. Brasília, 2001.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria no 146, de 7 de março de 1996. **Diário Oficial da União**. Brasília, 11 de março de 1996.
- BOMFIM, A. P. *et al.* Qualidade microbiológica e caracterização da resistência antimicrobiana de bactérias isoladas de queijos Coalho comercializados em Vitória da Conquista-Bahia. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 27, p. 1-10, 11 fev. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/san.v27i0.8656298>. Acesso em: 30 ago. 2024.
- CARVALHO, J. S.; OLIVEIRA, J. DE S. C.; JOSÉ, J. F. B. DE S. Reflexões sobre embalagens de alimentos e sustentabilidade. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 3, p. 586–597, 2021.
- CARRASCO, P. B.; GANDRA, E. A.; CHIM, J. F. Revestimentos comestíveis proteicos. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 10, n. 3, p. 148, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v10n3.9201>. Acesso em: 30 ago. 2024.

CERQUEIRA, M. A.; LIMA, A. M.; SOUZA, B. W. S.; TEIXEIRA, J. A.; MOREIRA, R. A.; VICENTE, A. A. Functional polysaccharides as edible coatings for cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 4, p. 1456-1462, 2009.

CETEA. **Centro de Tecnologia de Embalagem**. Embalagem em atmosfera modificada: aspectos gerais. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Instituto de Tecnologia de Alimentos. São Paulo, 2003.

COSTA, M. J.; MACIEL, L. C.; TEIXEIRA, J. A.; VICENTE, A. A.; CERQUEIRA, M. A. Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges. **Food Research International**, v. 107, p. 84–92, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.013>>.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

FABRIS, Samanta; FREIRE, Maria Teresa de Alvarenga; REYES, Felix Guillermo Reyes. Embalagens plásticas: tipos de materiais, contaminação de alimentos e aspectos de legislação. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 19, n. 2, p. 59-70, 2006. Acesso em: 16 out. 2024.

FILHO, J. R. D. F.; SILVA, M. C.; FREITAS, J. R. D.; NEVES, D. D.; CUSTÓDIO, A. C.. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de queijo coalho comercializado em feiras livres. **Almanaque Multidisciplinar de Pesquisa**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/amp/article/view/5865>. Acesso em: 1 set. 2024.

FRIEDRICHSEN, J. S. A.; BRUNI, A. R. S.; FIGUEIREDO, A. de L. .; SANTOS, E. de O. dos; SILVA, G. A. R. da; GOMES, E. da S.; SILVA, J. F.; IENTZ, G. A. S. .; BULLA, M. K.; SANTOS, O. O. Properties and functionalities offered to foods by edible films and coatings: A review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e468111335649, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35649. Disponível em: [tps://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35649](https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35649). Acesso em: 16 oct. 2024.

GIANNOGLOU, M.; KOUMANDRAKI, H.; ANDREOU, V.; DERMESONLOUOGLOU, E.; KATSAROS, G.; TAOUKIS, P. Combined osmotic and air dehydration for the production of shelf-stable white cheese. **Food and Bioprocess Technology**, v. 13, n. 8, p. 1435-1446, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2013.

JÚNIOR, D. B. M.; 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**, Curitiba, v. 37, n. 1, 2021.

KUMAR, L.; RAMAKANTH, D.; AKHILA, K.; GAIKWAD, K. K. Edible films and coatings for food packaging applications: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 20, n. 1, p. 875–900, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10311-021-01339-z>>.

LIMA, M. DE S.; PENNA, L. P. **Fabricação de Produtos Lácteos: Princípios Básicos**. BELO HORIZONTE: EMATER-MG, 2012.

MACEDO, R. C. B. D. S. **CARACTERIZAÇÃO DE FILMES À BASE DE ALGINATO DE SÓDIO E CLORETO DE CÁLCIO E SUA UTILIZAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS DE QUEIJO COALHO**. 2020. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

MALHOTRA, B.; KESHWANI, A.; KHARKWAL, H. Antimicrobial food packaging: potential and pitfalls. **Frontiers in Microbiology**, v. 6, n. 611, p. 1-9, 2015.

MANTILLA, S. P. S. *et al.* **Atmosfera modificada na conservação de alimentos. 2010.**

Disponível em:

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/67062952/10397-libre.pdf?1620384430=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAtmosfera\\_modificada\\_na\\_conservacao\\_de\\_a.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/67062952/10397-libre.pdf?1620384430=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAtmosfera_modificada_na_conservacao_de_a.pdf)  
Acesso em: 01 jun. 2023.

MELO, E. C. C.; FREIRE, B. C. F.; ARAÚJO, N. O.; BARBOSA, T. N.; LEITE, R. H. L.; SOARES, K. M. P. Efeito de coberturas comestíveis a base de quitosana e extrato de romã em parâmetros de qualidade de queijo coalho. **Scientia Plena**, v. 19, n. 1, p. 2023-2033, 2023.

MELO, W. G. DE *et al.* Análise da qualidade do queijo coalho vendidos em uma feira livre do município de Campina Grande-PB. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p.e28510716457, 2021.

MERGEN, I. Z. **Estudo da perda de vácuo em embalagens plásticas multicamadas para produtos cárneos curados cozidos**, 2004. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88119>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar no Brasil Informe 2022**. Disponível em: [http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/manual\\_integrado\\_vigilancia\\_doencas\\_alimentos.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf). Acesso em: 5 jun 2023.

MUNHOZ, I. G. A. *et al.* Análise microbiológica comparativa de queijo coalho comercializado em supermercados e feiras livres na Cidade de Maceió – Alagoas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e9410514582, 2021.

NASSU, Renata Tiek; MACEDO, Benemária Araújo; LIMA, Márcia Helena Portela. **Queijo de coalho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. *E-book* (40 p.). ISBN 85-7383-325-4. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/117913/1/00077390.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2024.

ODEYEMI, O. A.; ALEGBELEYE, O. O.; STRATEVA, M.; STRATEV, D. Understanding spoilage microbial community and spoilage mechanisms in foods of animal origin. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 2, p. 311–331, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12526>.

PAGANI, A. A. C. *et al.* APLICAÇÃO DE BIOPELÍCULAS PIGMENTADAS EM QUEIJO DE COALHO. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 041-047, 15 mar. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.7198/s2237-0722201300010004>. Acesso em: 1 set. 2024.

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

PIMENTEL, E. T. **Qualidade de queijo coalho comercializado em Manaus, AM**. Manaus, 2019. 51 f. Dissertação (Ciência Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias, UFAM, 2019.

PEREIRA, R. B. D. M. **Influência da cobertura de quitosana nas características físico-químicas, sensoriais e na inibição de staphylococcus aureus em queijo Minas frescal**. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

PINTO, U. M.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. DE M. Deterioração microbiana dos alimentos. **Microbiologia e higiene de alimentos: teoria e prática**, 2019.

POSSAS, A.; BONILLA-LUQUE, O. M.; VALERO, A. From cheese-making to consumption: Exploring the microbial safety of cheeses through predictive microbiology models. **Foods**, v. 10, n. 2, 2021.

SANTOS, Edilene Vieira dos, *et al.* Influência do revestimento comestível à base de fécula de mandioca e óleo essencial na conservação de queijo minas frescal. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 1, n. 45, p. 76, 28 jun. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18265/1517-03062015v1n45p76-89>. Acesso em: 1 set. 2024.

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.

SILVA, A. D. S. **DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL INCORPORADO COM PRÓPOLIS PARA USO NA CONSERVAÇÃO DE QUEIJO DE COALHO**. 2018. 73 f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, 2018.

SILVA, N. M.; MESQUISA, A. A.; SILVA, J. A. G.; SILVA, M. A. P. Características físico-químicas e sensoriais do queijo prato com embalagem inteligente. **Ciência Animal**, v.33, n.1, p.19-29, 2023.

SILVA, V. D. M.; OLIVEIRA, G. R. S.; DA COSTA REIS, M.; *et al.* FILMES E REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS: CONCEITO, BIOPOLÍMEROS, MÉTODOS DE PREPARO E APLICAÇÕES EM ALIMENTOS. **Editora Científica Digital eBooks**. p.268–285, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/221211395>.

SOUSA, A. Z. B.; ABRANTES, M. R.; SAKAMOTO, S. M.; SILVA, J. B. A.; LIMA, P. O.; LIMA, R. N.; ROCHA, M. O. C.; PASSOS, Y. D. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Food Safety**, v. 81, n. 1, p. 30-35, 2014.

SOUZA, I. A. **Segurança de alimentos e impactos na qualidade microbiológica dos queijos**, 2021. Disponível em: <https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/seguranca-de-alimentos-e-impactos-na-qualidade-microbiologica-de-queijos/65039>. Acesso em: 05 mar 2023.

SOUZA, L. B. D. **POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE QUEIJO COALHO COM O USO DE COBERTURA A BASE DE SORO E CONSERVANTE NATURAL E SINTÉTICO**. 2020. 60 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

SOLA, M. C.; REZENDE, C. S. M. E. Injúria microbiana e a qualidade microbiológica dos alimentos. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 22, n. 1, p. 131–136, 2023.

## APÊNDICE A

**Tabela 12.** Valores de média e desvio padrão das características físico-químicas dos queijos coalho do tratamento T1 com revestimento comestível à base de água (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Parâmetro	Tempos				
		0	7	14	21
Umidade (%)	QN	50,12 <sup>a</sup> (±0,38)	49,63 <sup>a</sup> (±1,53)	50,86 <sup>a</sup> (±1,55)	50,76 <sup>a</sup> (±1,60)
	QV	47,90 <sup>a</sup> (±0,46)	46,32 <sup>b</sup> (±0,69)	46,23 <sup>b</sup> (±0,59)	47,51 <sup>ab</sup> (±0,35)
Cinzas (%)	QN	2,55 <sup>a</sup> (±0,55)	2,87 <sup>a</sup> (±0,04)		
	QV	2,24 <sup>a</sup> (±1,25)	3,07 <sup>a</sup> (±0,07)		
Lipídios (%)	QN	5,33 <sup>a</sup> (±2,20)	5,52 <sup>a</sup> (±2,65)		
	QV	4,75 <sup>a</sup> (±2,61)	4,96 <sup>a</sup> (±1,3)		
Proteína (%)	QN	22,53 <sup>a</sup> (±1,82)	22,33 <sup>a</sup> (±1,00)		
	QV	24,44 <sup>a</sup> (±0,69)	23,96 <sup>a</sup> (±0,41)		
Acidez titulável (%)	QN	0,43 <sup>a</sup> (±0,04)	0,45 <sup>a</sup> (±0,05)	0,41 <sup>a</sup> (±0,02)	0,49 <sup>a</sup> (±0,04)
	QV	0,45 <sup>b</sup> (±0,03)	0,36 <sup>b</sup> (±0,01)	0,60 <sup>a</sup> (±0,06)	0,46 <sup>b</sup> (±0,01)
pH	QN	6,20 <sup>b</sup> (±0,10)	6,66 <sup>a</sup> (±0,05)	6,70 <sup>a</sup> (±0)	5,56 <sup>c</sup> (±0,05)
	QV	6,30 <sup>b</sup> (±0,10)	6,56 <sup>a</sup> (±0,11)	6,70 <sup>a</sup> (±0,10)	5,57 <sup>c</sup> (±0)
Sólidos Solúveis (Brix°)	QN	0,40 <sup>a</sup> (±0,15)	0,60 <sup>a</sup> (±0,10)	0,50 <sup>a</sup> (±0)	0,6 <sup>a</sup> (±0)
	QV	0,50 <sup>a</sup> (±0,05)	0,50 <sup>a</sup> (±0,05)	0,40 <sup>a</sup> (±0,05)	0,50 <sup>a</sup> (±0,05)

Médias por tempo (0,7,14,21).

± desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados expostos na Tabela 12 são referentes a um teste preliminar nos queijos do tratamento T1, a partir do qual pôde-se observar a estabilidade físico-química do queijo neste tratamento, podendo ser analisado com precisão sua umidade, acidez, pH, sólidos solúveis e

cor a cada 7 dias por 4 semanas, porém, as análises de cinzas, lipídios e proteínas foram acompanhadas por duas semanas mostrando pouca ou nenhuma diferença ao longo do tempo.

As análises de cinzas, lipídeos, proteínas e sólidos solúveis não apresentaram variação ( $p < 0,05$ ) durante o armazenamento do queijo T1 durante 7 ou 21 dias sob refrigeração. Apenas os dados de umidade, acidez e pH variaram, o que mostra que os efeitos de revestimentos e embalagens podem ser melhor avaliados apenas pela determinação da umidade, pH e acidez das amostras. Vale ressaltar que os dados apresentados estão dentro do esperado para queijo coalho, conforme legislação vigente.

A variação de umidade pode ser atribuída, hipoteticamente, à embalagem a vácuo de poliamida, pois mesmo com a resistência a troca de gases, uma de suas deficiências é a baixa barreira ao vapor d'água, a perda de propriedades mecânicas e de barreira à umidade ao longo do tempo de armazenamento. Diferente da embalagem normal de polietileno que umas das suas características é ter uma excelente barreira à umidade (Mergen, 2004).

O teor de umidade nas pesquisas de Silva (2018), resultam na diferença significativa em todos os tempos analisados do queijo revestido, como também, quando comparado ao queijo sem revestimento. Quanto ao teor de cinzas, Pereira (2013), pesquisando a influência da cobertura de quitosana em queijo Minas frescal, as amostras B e C revestidas com gel de quitosana não apresentaram diferença significativa entre elas, além da amostra C ter o maior teor em relação a amostra A (controle). Em relação aos lipídios, nos estudos de Silva (2018), o autor aponta que para o queijo revestido não houve diferença significativa para os valores de teor de gordura ao longo do tempo de armazenamento, foi observado também que o queijo revestido e sem revestimento analisados no 8º dia demonstraram diferença significativa entre si. Quanto aos valores de proteínas, Santos *et al.* (2019) demonstrou em sua pesquisa de revestimento comestível à base de fécula de mandioca e óleo essencial na conservação de queijo minas frescal, a formulação elaborada apenas com o revestimento indicou diferença do teor de proteínas menor em relação às outras formulações.

## APÊNDICE B

**Tabela 13.** Valores médios das determinações instrumentais de cor nas amostras de queijo coalho no Tratamento T1 com revestimento comestível à base de água (QN = queijo em embalagem normal; QV = queijo embalado à vácuo)

Determinação		Tempos			
		0	7	14	21
Parâmetro L*	QN	72,40 <sup>a</sup> (±0,56)	71,60 <sup>a</sup> (±2,21)	71,10 <sup>a</sup> (±2,31)	71,70 <sup>a</sup> (±0,69)
	QV	72,90 <sup>a</sup> (±0,79)	71,20 <sup>ab</sup> (±1,36)	70,80 <sup>ab</sup> (±1,37)	69,80 <sup>b</sup> (±0,88)
Parâmetro a*	QN	1,40 <sup>a</sup> (±0,63)	0,30 <sup>a</sup> (±0,43)	2,00 <sup>a</sup> (±1,30)	1,40 <sup>a</sup> (±0,80)
	QV	1,70 <sup>a</sup> (±0,34)	1,00 <sup>ab</sup> (±0,61)	0,20 <sup>b</sup> (±0,23)	0,90 <sup>ab</sup> (±0,30)
Parâmetro b*	QN	27,70 <sup>a</sup> (±1,44)	26,60 <sup>a</sup> (±0,49)	27,70 <sup>a</sup> (±0,25)	26,40 <sup>a</sup> (±0,43)
	QV	27,80 <sup>ab</sup> (±0,75)	26,90 <sup>ab</sup> (±0,75)	28,50 <sup>a</sup> (±0,78)	26,80 <sup>b</sup> (±0,65)

Médias por tempo (0,7,14,21).

± desvio padrão.

\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados expostos na Tabela 13 também são referentes a um teste preliminar nos queijos do tratamento T1, complementando os dados expostos na Tabela 12.