



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Qualidade de queijos coalhos adicionados de óleos essenciais em sua
formulação

Maria Manuele Dantas Pereira da Silva

Recife – PE
Outubro de 2024



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Qualidade de queijos coalhos adicionados de óleos essenciais em sua
formulação

Maria Manuele Dantas Pereira da Silva
Graduanda

Profa. Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares
Orientador

Profa. Dra. Laura Leandro da Rocha
Coorientadora

Recife – PE
Outubro de 2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Ana Catarina Macêdo – CRB-4 1781

S586q Silva, Maria Manuele Dantas Pereira da.
Qualidade de queijos coalhos adicionados de
óleos essenciais em sua formulação / Maria
Manuele Dantas Pereira da Silva. - Recife, 2024.
31 f.; il.

Orientador(a): Luciana Felizardo Pereira Soares.
Co-orientador(a): Laura Leandro da Rocha.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências.

1. Alecrim. 2. Gordura. 3. Queijo de coalho. 4.
Orégano 5. Tomilho. I. Soares, Luciana Felizardo
Pereira, orient. II. Rocha, Laura Leandro da,
coorient. III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Qualidade de queijos coalhos adicionados de óleos essenciais em sua
formulação

Maria Manuele Dantas Pereira da Silva
Graduanda

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 30/09/2024

EXAMINADORES

Profa. Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares.

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira.

Dra. Michelle Christina Bernardo de Siqueira.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder força, sabedoria e perseverança ao longo desta jornada. Sem Sua presença em minha vida, nada disso seria possível.

Agradeço à minha família, especialmente à minha mãe, Ligivania, ao meu pai, Manuel, e aos meus irmãos, Yan e Júnior, pelo amor incondicional, apoio e incentivo em todos os momentos. Vocês foram meu alicerce e minha motivação para seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Aos meus amigos da faculdade, Helena, Gildo, Claudenice, Isaque, Bia, Thiago, Felipe, Milena, Lucas, Giovanna, Silas, Dávyla, Renata, Ilziane, Maria, e aos meus amigos da vida, Neuza, Helen, Maria, pela amizade, companheirismo e por tornarem essa caminhada mais leve e divertida. Cada risada, cada conversa e cada momento compartilhado com vocês foi essencial para que eu pudesse chegar até aqui.

À equipe do laboratório, Raquel, Luciana, Rebeca, Ayrton e Antônio, pela colaboração, paciência e por compartilharem seus conhecimentos comigo. O trabalho em equipe e o ambiente acolhedor que vocês proporcionaram foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

À minha orientadora, Luciana Felizardo, e à minha coorientadora, Laura Leandro, pela orientação, dedicação e por acreditarem no meu potencial. Suas orientações precisas e seu apoio constante foram cruciais para a realização deste trabalho.

Aos professores e amigos da universidade, Marcelo, Andréia, Mércia, João Paulo, Fernando, Carlos, Tayara, Helena, Kelly, Márcio, Hélio, Lucinha, Rose, André, Norma, Camilla, Francisco, Ricardo, Júlio e Lúcia pela inspiração e ensinamentos que levarei para a vida toda. Vocês não apenas transmitiram conhecimento, mas também despertaram em mim a paixão pela pesquisa e pelo aprendizado contínuo.

À coordenação do curso, pelo suporte e por proporcionarem um ambiente acadêmico de excelência. Agradeço por todas as oportunidades e recursos disponibilizados, que foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Cada palavra de incentivo, cada gesto de apoio e cada contribuição, por menor que tenha sido, fez toda a diferença. Meu sincero agradecimento a todos vocês.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	10
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos Específicos.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 Origem e produção do queijo coalho	12
3.2. Óleos Essenciais na tecnologia de alimentos	13
3.3. Qualidade dos produtos lácteos em razão da composição físico-química	15
3.3.2. Bioquímica da maturação e desafios na garantia da qualidade do queijo	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Pasteurização do leite e produção do queijo coalho	18
4.2. Avaliação do rendimento do queijo	18
4.3. Análises físico-químicas	19
4.3.1. Acidez titulável.....	19
4.3.2. Densidade relativa (15°C)	19
4.3.3. Umidade.....	20
4.3.4. Proteína total.....	20
4.3.5. Cinzas.....	20
4.3.6. Gordura	20
4.3.7. Prova do Alizarol	20
4.4. Delineamento experimental e análise de dados.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Simulação gráfica da rentabilidade dos queijos, sem e com os diferentes óleos essenciais, considerando apenas o custo por quilo do leite.....	25
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Propriedades dos óleos essenciais (OE) na físico-química e microbiologia de queijos.....	13
Tabela 2. Perfil físico-químico e microbiológico do leite bovino pré e pós-pasteurização.....	21
Tabela 3. Composição físico-química de queijos de coalho elaborados com e sem óleos essenciais.....	22
Tabela 4. Composição físico-química de queijos de coalho elaborados com e sem óleos essenciais.....	23

RESUMO

Objetivou-se, neste estudo, avaliar a composição físico-química de queijos coalho adicionados de óleos essenciais de orégano, alecrim e tomilho na sua formulação em diferentes tempos de maturação. A pesquisa foi configurada em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x4, em triplicatas, em três tempos de maturação sendo eles: 0 (queijo fresco), 15 e 30 dias e com quatro tipos de queijo coalho, os quais foram: queijo controle, sem o uso de óleo essencial; com o uso de óleo essencial de orégano; óleo de alecrim e de tomilho, sendo os três últimos com equivalentes concentrações de 40 µL. Os queijos de cada período tiveram suas características físico-químicas avaliadas. A qualidade do leite utilizado como matéria-prima foi avaliada quanto as propriedades físicas, composição química e presença de microrganismos patogênicos. O leite utilizado como matéria-prima se apresentou dentro dos padrões de qualidade exigidos pela legislação. Pode-se observar em comparação ao queijo fresco a diminuição do teor de umidade com o transcorrer do período de maturação, passou de 55,94% de umidade no tempo 0 dias, para 54,62 e 53,58% em 15 e 30 dias respectivamente. Quanto ao percentual de gordura, cinzas e acidez, houve redução nos tempos avaliados. Não houve variação significativa ($P>0,05$) quanto ao teor proteico entre os períodos de maturação. De acordo com os rendimentos médios dos tratamentos (Kg) corresponderem a 1,41kg, 1,30kg, 1,51kg e 1,43kg para os queijos sem o uso de óleos, com o óleo de orégano, de alecrim e de tomilho, respectivamente. Observou-se maior viabilidade econômica nos queijos com os óleos de alecrim e tomilho com percentuais de 19,5% e 2,9% mais favoráveis em comparação ao controle. A utilização de óleos essenciais de orégano, alecrim e tomilho na formulação de queijos coalho mostrou-se uma estratégia promissora que pode modificar e melhorar características específicas dos queijos coalho, dependendo do objetivo desejado. Além disso, pode aumentar o rendimento dos queijos com a adição de óleos de alecrim e tomilho, oferecendo uma alternativa viável e vantajosa para a indústria de laticínios e proporcionando produtos diferenciados e com maior valor agregado para o mercado consumidor.

Palavras-chave: alecrim, gordura, lácteos, orégano, tomilho

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physicochemical composition of coalho cheese with the addition of essential oils of oregano, rosemary, and thyme in its formulation at different maturation times. The research was designed as a completely randomized design in a 3x4 factorial arrangement, in triplicate, at three maturation times: 0 (fresh cheese), 15, and 30 days, with four types of coalho cheese: control cheese without essential oil; with oregano essential oil; rosemary oil; and thyme oil, the last three with equivalent concentrations of 40 μL . The physicochemical characteristics of the cheeses at each period were evaluated. The quality of the milk used as raw material was assessed for physical properties, chemical composition, and the presence of pathogenic microorganisms. The milk used as raw material met the quality standards required by legislation. Compared to fresh cheese, a decrease in moisture content was observed over the maturation period, from 55.94% moisture at 0 days to 54.62% and 53.58% at 15 and 30 days, respectively. Regarding the percentage of fat, ash, and acidity, there was a reduction over the evaluated times. There was no significant variation in protein content between the maturation periods. According to the average yields of the treatments (kg), they corresponded to 1.41 kg, 1.30 kg, 1.51 kg, and 1.43 kg for cheeses without oils, with oregano oil, rosemary oil, and thyme oil, respectively. Greater economic viability was observed in cheeses with rosemary and thyme oils, with percentages of 19.5% and 2.9% more favorable compared to the control. The use of essential oils of oregano, rosemary, and thyme in the formulation of coalho cheese proved to be a promising strategy that can modify and improve specific characteristics of coalho cheese, depending on the desired objective. Additionally, it can increase the yield of cheeses with the addition of rosemary and thyme oils, offering a viable and advantageous alternative for the dairy industry and providing differentiated products with higher added value for the consumer market.

Keywords: dair, fat, oregano, rosemary, thyme

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do queijo coalho produzido no Nordeste brasileiro tem sido reconhecida internacionalmente. O Taste Atlas, conhecido como a enciclopédia da gastronomia mundial, recentemente divulgou sua lista dos melhores queijos de 2023, na qual o Brasil emplacou três tipos entre os 100 melhores do mundo: canastra, queijo Minas e coalho. O queijo coalho, em particular, foi classificado em 85º lugar, atestando sua excelência e destacando-se como um produto de grande valor (Neiva, 2024).

Essa classificação não apenas reforça a importância do queijo coalho na gastronomia mundial, como também contribui para a valorização do produto, incentivando práticas de produção que respeitem a tradição e garantam a qualidade. Além disso, a visibilidade global pode abrir novas oportunidades de mercado, beneficiando economicamente as comunidades rurais envolvidas na produção.

Reconhecido por suas características sensoriais únicas, o queijo coalho apresenta textura firme e elástica, resultado da sua coagulação enzimática (Barroso *et al.*, 2014), seu sabor é levemente salgado e adocicado, devido à combinação de sal e lactose residual, proporcionando uma experiência gustativa equilibrada e agradável. Outra característica atrativa nesse produto é a sua capacidade de não derreter completamente quando aquecido e esta propriedade é atribuída à sua composição e ao processo de fabricação (Maciel *et al.*, 2013).

Segundo Neves *et al.* (2021), o queijo é considerado um dos alimentos mais nutritivos, com teor de proteína do queijo que varia entre 14,27 e 23,10% e os teores de gordura e umidade variaram entre 20,6 e 26,66% e 44,71 a 60,18%, respectivamente. Isso significa que 200 gramas desse produto equivalem a 260 gramas de carne bovina. Essa alta concentração de proteínas torna o queijo uma excelente fonte de nutrientes, especialmente em dietas que necessitam de um aporte proteico significativo, e a busca por uma alimentação mais saudável é cada vez mais evidente.

Nesse contexto, a conservação dos alimentos de forma natural e segura torna-se uma prioridade. E, o uso de óleos essenciais na produção de queijo é uma prática inovadora que vem ganhando relevância tanto em estudos acadêmicos quanto na indústria de laticínios. Esses compostos naturais não apenas prolongam a vida útil dos queijos, mas também melhoram suas características físico-químicas, como sabor e textura (Ribeiro *et al.*, 2023).

Os óleos essenciais são líquidos voláteis extraídos de diversas partes das plantas aromáticas, como cascas, sementes, flores, frutos, raízes, folhas, madeira e até plantas inteiras.

Eles recebem nomes conforme a planta de origem. De acordo com a Organização Internacional para Padronização (ISO), um óleo essencial é um “produto obtido de uma matéria-prima natural de origem vegetal, por destilação a vapor, por processos mecânicos do epicarpo de frutas cítricas, ou por destilação a seco, após separação da fase aquosa, se houver, por processos físicos” (Sharma *et al.*, 2021). Juntamente com os extratos, os óleos essenciais se enquadram como aromatizantes naturais permitidos para aplicação em alimentos (Brasil, 2007).

Os óleos essenciais possuem propriedades antimicrobianas e antioxidantes que os tornam eficazes na inibição do crescimento de microrganismos patogênicos e na neutralização de radicais livres. Segundo Ruiz-Gonzalez *et al.* (2019) óleos essenciais de orégano, tomilho e cravo da Índia podem ser usados em vários alimentos para evitar contaminações microbianas.

A adição de óleos essenciais ao queijo coalho pode provocar alterações significativas em suas propriedades. De acordo com Figueiredo *et al.* (2022), os compostos bioativos presentes nos óleos essenciais evitam oxidações proteicas e lipídicas devido ao seu potencial antioxidante. Isso pode afetar os componentes e estabilidade do queijo, afetando acidez, textura e composição nutricional.

A utilização de óleos essenciais também contribui para o desenvolvimento de novos perfis de sabor e aroma, oferecendo um diferencial de mercado. Logo, hipotetizou-se que a adição de óleos essenciais de orégano, alecrim e tomilho ao queijo coalho melhora suas propriedades físico-químicas e influencia positivamente o rendimento do produto.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a composição físico-química e o rendimento de queijos coalho adicionados de óleos essenciais de orégano, alecrim e tomilho em sua formulação em diferentes tempos de maturação.

2.2. Objetivos Específicos

1. Determinar a influência dos óleos essenciais de orégano, alecrim e tomilho na composição físico-química de queijos de coalho fresco e maturado.
2. Calcular o rendimento de queijos coalho produzidos com e sem óleos essenciais de orégano, alecrim e tomilho.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Origem e produção do queijo coalho

Entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactérias específicas, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (Brasil, 1996). O queijo coalho, também conhecido como “queijo de coalho”, é um derivado lácteo típico da região Nordeste do Brasil, onde é produzido a partir de leite cru há mais de 400 anos. Este queijo artesanal é um símbolo da cultura, história e culinária nordestina, sendo amplamente consumido e apreciado em diversas formas (Cavalcante, 2023).

A fabricação do queijo coalho está profundamente enraizada nas tradições rurais do Nordeste, especialmente nas áreas do Agreste e Sertão. Este queijo é produzido principalmente por agricultores familiares, que utilizam métodos tradicionais passados de geração em geração. A legislação para a produção de queijo coalho no Brasil é regida pela Instrução Normativa SDA nº30, que foi estabelecida em 2001, definindo os padrões técnicos e de qualidade, garantido a segurança alimentar e a qualidade do produto.

A arte ou ciência da fabricação de queijo envolve o gerenciamento de cinco fatores principais: composição do leite, taxa e extensão do desenvolvimento de ácido, teor de umidade, manipulação da coalhada e condições de maturação. Enquanto essas práticas, desenvolvidas ao longo dos séculos, resultaram em muitos estudos sobre queijo que verificaram (e expandiram) a arte anterior da fabricação de queijo, está se tornando cada vez mais reconhecido pelos pesquisadores que há uma necessidade de entender a fabricação de queijo (Lucey; Johnson; Horne, 2003).

Além de seu valor cultural e gastronômico, o queijo coalho desempenha um papel significativo na economia local, contribuindo para a geração de renda e a manutenção das tradições familiares. A produção artesanal deste queijo não só preserva a identidade cultural do Nordeste, mas também promove a sustentabilidade econômica das comunidades rurais envolvidas na sua fabricação, sendo sua produção de enorme impacto socioeconômico (Martinelli; Dos Anjos, 2023) e fomentando o turismo rural. A valorização dos produtos locais e a preservação das técnicas tradicionais são essenciais para manter a autenticidade e a

qualidade do queijo coalho, diferenciando-o no mercado nacional e internacional (Menezes, 2011).

A regulamentação e o controle de qualidade são fundamentais para assegurar que o queijo coalho produzido e comercializado no Brasil seja seguro, nutritivo e sensorialmente agradável, atendendo às normas estabelecidas e às expectativas dos consumidores. Isso, por sua vez, pode abrir novas oportunidades de mercado e aumentar a competitividade dos produtores locais, promovendo o crescimento sustentável da indústria de laticínios na região (Brasil, 1996).

3.2. Óleos Essenciais na tecnologia de alimentos

Há muito tempo os óleos essenciais são utilizados na medicina como antissépticos tópicos, de forma comprovadamente eficaz, o que alertou os estudiosos sobre suas características. Os óleos essenciais de condimentos podem ter muitos componentes, sendo os compostos fenólicos os principais responsáveis pelas propriedades antimicrobianas.

Óleos essenciais são extraídos de plantas através da técnica de arraste a vapor, na grande maioria das vezes, e pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos, que no Brasil dominam o mercado de exportação (Bizzo, 2009). Os óleos essenciais têm atraído atenção devido às suas propriedades antimicrobianas nos alimentos. O aumento da demanda por alimentos seguros e naturais, sem conservantes químicos, tem estimulado pesquisadores a investigar a eficácia antimicrobiana de muitos compostos naturais contra alguns microrganismos patogênicos associados à alimentação (Presente, 2015), todavia, os dados obtidos na literatura ainda são considerados experimentais. Óleos como o de alecrim, tomilho e orégano podem ser incorporados durante a etapa de maturação ou diretamente no leite, conferindo características organolépticas únicas ao queijo, o que pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Propriedades dos óleos essenciais (OE) na físico-química e microbiologia de queijos.

Autores	Tipo de queijo	Óleo essencial	Propriedades físico-químicas e antimicrobianas
Farias, Rezende e Pinto (2017)	Minas Frescal	Orégano	Não afetou pH, sólidos solúveis, umidade e lipólise após 21 dias de armazenamento
Hafemann <i>et al.</i> (2015)	Ricota	Orégano	O teor de cinzas, lipídios e proteínas não houve diferença significativa
Preis, Chagas e Rigo (2015)	Ricota	Orégano	Adição do OE não influenciou na composição centesimal e no pH
Rezende (2014)	Minas Artesanal	Orégano	Teor de lipídio apresentou valor acima do recomendado
Santos (2017)	Coalho	Alecrim-pimenta	Não teve diferença significativa
Santos <i>et al.</i> (2018)	Minas Frescal	Alecrim	Não teve diferença significativa
Tavares <i>et al.</i> (2014)	Ricota	Orégano e alecrim	Reduziu a perda da massa
Carvalho (2015)	Coalho	Tomilho	2,5 µL.mL ⁻¹ do OE houve diminuição da contagem de <i>S. aureus</i> e <i>L. monocytogenes</i>
Farias, Rezende e Pinto (2017)	Minas Frescal	Orégano	Diminuição nas contagens de coliformes totais, mesófilos e psicrotróficos
Medeiros <i>et al.</i> (2016)	Minas Frescal	Orégano	Inibição de 1,4 ciclos log de <i>S. aureus</i> e 0,9 ciclos log de bolores e leveduras

O orégano (*Origanum vulgare*) é uma especiaria vegetal muito disseminada no mundo todo, seja como tempero culinário ou como medicamento. Vem sendo reconhecido por suas diversas propriedades terapêuticas, de modo que atualmente seu potencial antimicrobiano vem recebendo um grande interesse científico (Araújo, 2016). A composição química do óleo essencial de orégano foi identificada como carvacrol (63,97%), p-cimeno (12,63%) e linalol (3,67%) (Özkan *et al.*, 2017; Romero *et al.*, 2012)

O Carvacrol é um composto monoterpeneo fenólico encontrado no óleo essencial de orégano, ele possui atividade antimicrobiana significativa contra patógenos transmitidos por alimentos (Hao, 2021). Özkan *et al.*, (2017) e Ruiz-Gonzalez *et al.*, (2019) afirmam que o óleo essencial de orégano pode ser útil em aplicações medicinais e na indústria alimentícia como conservantes contra microrganismos nocivos e contra contaminações microbianas.

O alecrim, *Rosmarinus officinalis*, é amplamente reconhecido por sua composição química, que contribui para suas diversas propriedades terapêuticas. Além disso, apresenta ação antibacteriana, citotóxica, antimutagênica, antioxidante, propriedades anti-inflamatórias e quimiopreventivas (Amaral *et al.*, 2021). Foram identificadas 33 substâncias no óleo essencial de alecrim; as principais foram: pineno, 1,8-cineol, cânfora,

verbenona e borneol, constituindo cerca de 80% do total do óleo (Amaral *et al.*, 2021; Prins *et al.*, 2006). A incorporação de óleos essenciais de alecrim pode melhorar a vida útil do queijo, pois os compostos ativos presentes no alecrim têm a capacidade de inibir o crescimento de bactérias Gram positivas (Porte, 2001), retardando o processo de deterioração do queijo, além de agregar valor econômico ao produto.

O óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) é conhecido por suas propriedades antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes. Os estudos sobre as propriedades farmacológicas dos diferentes extratos e óleos essenciais do tomilho revelaram contribuições significativas para as indústrias alimentícia e medicinal, destacando seu uso como aditivos em alimentos e em diversas aplicações terapêuticas (Jakiemiu *et al.*, 2010). Rocha *et al.*, (2012), encontraram os componentes com maior concentração no óleo essencial do tomilho estudado foram o timol (60%), o *p*-cimeno (9,3%) e o carvacrol (4%).

A atividade biológica do óleo essencial de tomilho está relacionada com o timol e o carvacrol, seus principais constituintes. O timol tem demonstrado efeitos antimicrobianos (Pozzo, 2011), antibacterianos, antifúngicos e anti-helmínticos enquanto o carvacrol tem sido estudado por seus efeitos bactericidas (Rocha *et al.*, 2012). Ruiz-Gonzalez *et al.*, (2019) concluiu que o óleo essencial de tomilho pode ser usado em vários alimentos para evitar contaminações microbianas.

3.3. Qualidade dos produtos lácteos em razão da composição físico-química

Os queijos e outros produtos lácteos são componentes importantes na alimentação humana devido ao seu teor significativo de lipídios, proteínas, minerais e vitaminas (Silva *et al.*, 2020). Esses nutrientes fazem do queijo um alimento completo, contribuindo para uma dieta balanceada e saudável. A presença de lipídios, por exemplo, é crucial não apenas para o valor energético do queijo, mas também para a absorção de vitaminas lipossolúveis, como as vitaminas A, D, E e K (Perry, 2004).

A importância físico-química do leite como fonte nutricional e matéria-prima de derivados lácteos reside no impacto da aceitação do consumidor final e na eficiência da fabricação dos queijos, considerando-se que a garantia mínima de qualidade corresponde a composição do leite bovino em média de 87% de água, 3,5-4,5% de gordura, 3,0-3,5% de proteína e 4,5-5,0% de lactose (Assis *et al.*, 2021; Nayak; Ramachandra; Kumar *et al.*, 2020). Sendo assim uma rica fonte de nutrientes aos consumidores.

Entretanto, a composição do leite pode ser alterada por fatores ambientais desde a ordenha até o beneficiamento do laticínio, em especial o segundo setor o qual assegura o

controle de qualidade (Martinelli; Dos Anjos, 2023; Özlem; Kul, 2020). Logo, importa inferir as possíveis interações negativas e positivas na perspectiva de aplicações de tecnologias (Zouari *et al.*, 2020), tais como conservantes naturais para aumentar o tempo de prateleira do produto (Barukčić *et al.*, 2020), e variações ao longo do tratamento térmico do leite ou da posterior fabricação de queijos.

Algumas avaliações físico-químicas no leite, como a prova do alizarol, que prediz a estabilidade térmica das estruturas proteicas do leite, a densidade que indica a concentração de sólidos e pode ser utilizada para detectar adulterações, como a adição de água, e garantir a conformidade com os padrões de qualidade, a acidez também é um indicador da frescura do leite, pois aumenta com a deterioração e a atividade de bactérias lácticas (Borges, 2023).

Desta forma, a qualidade do queijo é fortemente influenciada por fatores como o pH, pois a acidez é essencial para a coagulação, preservação e sabor do queijo, e em níveis adequados inibem microrganismos indesejados, garantindo a segurança do alimento (Bansal; Veena, 2022). Outro aspecto relevante é a atividade de água, que determina a disponibilidade de água para os microrganismos, impactando diretamente tanto a segurança quanto a vida útil do queijo (Alinovi *et al.*, 2020). A umidade, por sua vez, também é um fator importante, pois influencia a textura e a qualidade sensorial do produto; no entanto, umidade excessiva pode levar à deterioração, comprometendo a qualidade final (Alinovi *et al.*, 2020b). Os lipídios também contribuem para o sabor, a textura e a cremosidade do produto, principalmente na aceitação sensorial do consumidor final e na formação de compostos aromáticos durante a maturação (Mcsweeney; Fox; O'Mahony, 2020; Menegol *et al.*, 2020).

Os minerais, como o cálcio e o fósforo, também desempenham um papel crucial na textura do queijo durante sua fabricação, pois são essenciais para a coagulação do leite, pois o cálcio atua como uma ponte molecular, ligando-se às proteínas caseínas e formando uma rede tridimensional que retém água e gordura, conferindo firmeza e elasticidade ao queijo. O fósforo complementa essa função, reforçando as ligações entre as caseínas e estabilizando a estrutura da coalhada (Andrade *et al.*, 2022; Messias *et al.*, 2022).

3.3.2. Bioquímica da maturação e desafios na garantia da qualidade do queijo

O queijo coalho passa por um processo de maturação que é fundamental para o desenvolvimento de suas características sensoriais. Assim como em outros queijos, a maturação envolve a armazenagem sob condições controladas, em que reações bioquímicas, como

glicólise, proteólise e lipólise, ocorrem para transformar os componentes do leite em sabores e texturas mais complexas (Bezerra *et al.*, 2024; Xia *et al.*, 2020).

Logo, durante a maturação, a glicólise é responsável pela conversão da lactose em ácido láctico, contribuindo para a acidez e o sabor característico do queijo coalho, desse modo a acidificação é fundamental para a coagulação do leite, inibição de microrganismos indesejáveis e desenvolvimento de sabor. Além disso, o ácido láctico produzido serve como precursor para a formação de outros compostos voláteis (Awad; Abdou, 2024).

A proteólise, por sua vez, quebra as proteínas do leite em peptídeos e aminoácidos, enfaticamente a caseína é hidrolisada em peptídeos e aminoácidos por enzimas como quimosina e enzimas nativas do leite, a exemplo da plasmina. A proteólise primária resulta em peptídeos, enquanto a proteólise secundária, realizada por enzimas de culturas iniciadoras e não iniciadoras, quebra esses peptídeos em fragmentos menores, que são essenciais para o desenvolvimento do sabor (Carneiro *et al.*, 2020; Xia *et al.*, 2020), portanto a proteólise não apenas altera o sabor, mas também a textura do queijo, tornando-o mais macio e saboroso.

Por fim, a lipólise atua na degradação das gorduras, gerando ácidos graxos livres, que, por sua vez, são metabolizados em compostos voláteis, como aldeídos e cetonas, contribuindo para o aroma e sabor do queijo (Tekin; Hayaloglu, 2023).

No processo de fabricação do queijo coalho diversos desafios devem ser superados, desde as questões relacionadas à qualidade e segurança alimentar até a adaptação às regulamentações vigentes. Os principais desafios da avaliação físico-química do queijo incluem a falta de padronização na produção de queijos artesanais, deficiências durante o processamento, como higiene inadequada, além de condições inadequadas de armazenamento e comercialização. Esses fatores podem afetar negativamente a qualidade microbiológica e físico-química do produto (Margalho *et al.*, 2020; Pineda *et al.*, 2021).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Qualidade do Leite (LabLeite), do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, durante os meses de maio a junho de 2024. Os óleos essenciais de orégano (*Origanum vulgare*), alecrim (*Salvia rosmarinus*) e tomilho (*Thymus vulgaris*) foram adquiridos em empresa especializada. A concentração utilizada nos queijos foi determinada em projeto piloto anterior a esta pesquisa.

O leite utilizado para a produção dos queijos foi adquirido de uma propriedade leiteira localizada na região metropolitana de Recife. O leite foi coletado na ordenha realizada pela

manhã de vacas mestiças a pasto e logo após transportado para o LabLeite, onde foram efetuadas análises de plataforma para verificação da qualidade do leite conforme Instrução Normativa N° 77/ 2018.

4.1. Pasteurização do leite e produção do queijo coalho

O leite foi filtrado para retirar possíveis impurezas presentes, sendo em seguida pasteurizado usando banho termostatizado à temperatura de 65 °C com agitação lenta por 30 min. Após o tratamento térmico o leite foi resfriado até a temperatura de 35°C em banho de gelo.

Todas as etapas de processamento seguiram as recomendações do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho (BRASIL, 2001; De Farias *et al.*, 2017). Os utensílios e equipamentos utilizados nos procedimentos foram devidamente higienizados e sanitizados, utilizou-se água purificada, detergente neutro, hipoclorito de sódio, álcool 70% e esponja. Os equipamentos de proteção individual (bata, luvas e máscaras) foram utilizados para garantir as condições higiênico-sanitárias do processamento. A metodologia seguiu-se na seguinte ordem:

I) Ordenha higiênica; II) Pesagem, filtragem e pasteurização lenta (65°C por 30 minutos) do leite oriundo de cada tratamento experimental; III) Resfriamento lento do leite até 35°C, separou-se 1L do leite pasteurizado por tratamento em garrafa esterilizada, previamente identificada, e mantido refrigerado até o início das análises físico-químicas; IV) Adição de cloreto de cálcio (0,001% p/v, 40mL/100L) e de quimosina (0,001% p/v, 30mL/100L); V) Coagulação do leite por 60 minutos; VI) Corte da coalhada em cubos de 1,5 a 2 cm; VII) Homogeneização para promover a drenagem do soro do leite; VIII) Dessoragem; IX) Salga com adição 50g de Cloreto de Sódio (NaCl) para cada 10L de leite; X) Inclusão do óleo essencial (40 µl/100g de massa) na matriz dos queijos de cada tratamento, após ser misturado com um pouco de soro. XI) Inserção da coalhada em formas retangulares; XII) Prensagem e viragem por 4 horas; XIII) Retirada dos queijos da forma, pesagem, identificação e embalagem; XIV) Acondicionamento dos queijos em câmara com umidade mantida em torno de 90 a 95% e a temperatura entre 12 a 15°C. A dosagem de todos os ingredientes foi conforme orientação do fabricante. Queijos sem a adição de óleo essencial (controle) foi feito seguindo este mesmo procedimento.

4.2. Avaliação do rendimento do queijo

O rendimento dos diferentes tratamentos dependeu das pesagens do leite, onde converteu-se a unidade de medida de volume (L) dos 10 litros uniformizados para massa (Kg)

considerando a densidade da matéria-prima. Logo, calculou-se os rendimentos dos queijos seguindo a fórmula:

$$\text{Rendimento do queijo coalho (\%)} = (Pq/Pf) \times 100$$

Em que: Pq = Peso do queijo coalho no dia de produção (dia zero) e Pf =Peso do leite (kg) para a pasteurização. Em virtude disso, a viabilidade econômica para a queijaria foi avaliada da seguinte forma:

$$\text{Custo unitário de aquisição} = \text{preço médio do L/leite} * 10 \text{ litros}$$

$$\text{Renda bruta da queijaria/kg rendido} = \text{peso do queijo por tratamento} * \text{custo unitário}$$

$$\text{Lucro da queijaria por unidade} = (\text{Renda bruta da queijaria/kg rendido})$$

$$- (\text{Custo unitário de aquisição})$$

Sendo assim possível avaliar por estatística descritiva o percentual lucrativo dos rendimentos dos diferentes tratamentos em comparação ao queijo controle.

4.3. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas do queijo coalho foram conduzidas em triplicatas para cada tratamento, que incluíram: a ausência de óleo essencial na produção do queijo, a adição de óleo de orégano, óleo de alecrim e óleo de tomilho. Os dados obtidos a partir das análises físico-químicas foram comparados, sempre que possível, com os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa 30/2001.

4.3.1. Acidez titulável

A determinação da acidez titulável foi realizada utilizando 10 gramas da amostra de queijo, que foram maceradas e misturadas com água destilada até completar um volume de 100 ml. Cada amostra foi submetida a titulação com indicador de fenolftaleína a 1% (m/v), utilizando solução Dornic 0,111N, até o aparecimento de uma coloração rósea persistente por aproximadamente 30 segundos. Cada 0,1 mL de solução Dornic consumida na titulação corresponde a 1°D ou 0,01% (m/v) de ácido láctico, conforme o método AOAC 281 947.05 (2016).

4.3.2. Densidade relativa (15°C)

A densidade relativa a 15°C foi determinada com auxílio de um termolactodensímetro, que mediu a densidade do leite e sua temperatura no momento da avaliação. Caso a temperatura de medição fosse diferente de 15°C, foi realizada uma correção do valor da densidade consultando uma tabela específica, onde se verificou que o valor medido no termolactodensímetro deve ser ajustado em 0,0002 para cada grau acima de 15°C ou subtraído em 0,0002 para cada grau abaixo (IAL, 2008).

4.3.3. Umidade

O teor de umidade foi obtido pelo aquecimento de 5 g da amostra, que foi colocada em um cadinho e pesada em uma balança analítica, utilizando pipeta para o leite e espátula para o queijo. Os cadinhos foram, então, colocados em uma estufa a uma temperatura de $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ até que se alcançasse peso constante, conforme o método AOAC 925.23.

4.3.4. Proteína total

O teor de proteína total foi determinado no leite, utilizando 2 g da amostra, e nos queijos, com 0,2 g, em tubos destinados à digestão, destilação e titulação, conforme o método de Micro-Kjeldahl, utilizando o fator 6,38 multiplicado pela porcentagem de nitrogênio, de acordo com os métodos AOAC 991.20 e 991.23 (AOAC, 2016).

4.3.5. Cinzas

Para cada repetição, utilizou-se um cadinho de porcelana, que foi aquecido a 550°C por 30 minutos na mufla e, em seguida, esfriado em dessecador e pesado. Após isso, foram pesados 5 g da amostra diretamente no cadinho, carbonizados em bico de Bunsen e, posteriormente, levados ao forno mufla a 550°C , evitando a perda de cloretos. O material foi incinerado por 3 horas ou até que se obtivessem cinzas completamente brancas. O conjunto foi então esfriado em dessecador e pesado, conforme o método AOAC 945.46.

4.3.6. Gordura

Para a avaliação do teor de gordura do queijo, foi utilizado o método Butirométrico e Lactobutirométrico de Gerber, conforme descrito pelo método IAL 465 IV e por Castanheira (2012).

4.3.7. Prova do Alizarol

Para realizar o experimento da prova do alizarol com duas amostras de leite, foram utilizadas amostras de leite cru, solução de alizarol (álcool etílico e alizarina), tubos de ensaio, pipetas, termômetro e cronômetro. Adicionaram-se 2 ml de cada amostra de leite cru em tubos de ensaio separados, seguidos de 2 ml da solução de alizarol, misturando suavemente e observando mudanças de cor e presença de grumos. As observações foram registradas para comparar a estabilidade térmica e acidez das amostras, garantindo a segurança durante o procedimento.

4.4. Delineamento experimental e análise de dados

A pesquisa foi configurada em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3×4 , com triplicatas, em três tempos de prateleira sendo eles em 0, 15 e 30 dias, e com quatro tipos de queijo coalho, os quais foram: queijo controle, sem o uso de óleo essencial; com

o uso de óleo essencial de orégano; óleo de alecrim e de tomilho. Os dados foram submetidos à análise de variância e o teste de Tukey comparou as médias a 5% de probabilidade com o auxílio do programa Statistical Analysis System (SAS, 2009).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição físico-química e microbiológica do leite bovino antes e depois da pasteurização (Tabela 2), compara os resultados com os parâmetros estabelecidos pelas Instruções Normativas 76/2018 e 77/2018.

Tabela 2. Perfil físico-químico e microbiológico do leite bovino pré e pós-pasteurização.

Perfil físico-químico	Composição	Legislação ¹
Sólidos totais, %	12,61	Mínimo de 11,4
Gordura, %	4,43	Mínimo de 3,0
Proteína, %	3,39	Mínimo de 2,9
Cinzas, %	0,57	-
Acidez (g de ác. láctico por 100mL)	0,16	Entre 0,14 – 0,18
Densidade, g/mL	1,031	Entre 1,028 – 1,034
Alizarol	Coloração Vermelha Tijolo	Leite estável
Perfil microbiológico – Leite cru (UFC/g)		
<i>Staphylococcus aureus</i>	2,0*10 ¹	-
<i>Escherichia coli</i>	1,8*10 ²	-
<i>Listeria spp.</i>	9,9*10 ²	-
<i>Salmonella spp.</i>	0	-
Perfil microbiológico – Leite pasteurizado (UFC/g)		
<i>Staphylococcus aureus</i>	<1,0*10 ¹	Máximo de 10
<i>Escherichia coli</i>	<1,0*10 ¹	Máximo de 10
<i>Listeria spp.</i>	<1,0*10 ¹	Máximo de 10
<i>Salmonella spp.</i>	0	0

¹Parâmetros físico-químicos das Instruções Normativas 76/2018 e 77/2018, e interpretação de qualidade microbiológica de acordo com a RDC 724/2022 e Instrução Normativa 161/2022.

Os resultados da análise físico-química do leite indicam que ele possui concentração adequada de sólidos totais (de acordo com a legislação), o que sugere uma boa densidade nutricional. A quantidade de gordura presente é superior ao mínimo exigido.

A proteína presente no leite também está acima do mínimo estabelecido, o que é benéfico para o valor nutricional, especialmente para consumidores que buscam fontes proteicas em suas dietas. A acidez do leite está dentro do intervalo permitido, o que sugere que o leite está fresco e não sofreu fermentação indesejada (Hu *et al.*, 2022). A densidade do leite está dentro dos padrões aceitáveis, sendo um dos indicativos da integridade do produto, pois a

densidade fora do intervalo considerado normal pode indicar possível adulteração com a adição de água (ZENEBON *et al.*, 2008). A coloração vermelha tijolo no teste de Alizarol indica que há estabilidade térmica do leite (Rosa *et al.*, 2020).

No leite cru, a presença de microrganismos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Listeria* spp. é observada, o que é comum em leite não pasteurizado (Freitas Ribeiro *et al.*, 2022b). No entanto, a ausência de *Salmonella* spp. é um ponto positivo, pois não há contaminação por esse patógeno específico. Após a pasteurização, os níveis de microrganismos são significativamente reduzidos e atendem aos limites seguros estabelecidos pela legislação sugerindo assim a efetividade do tratamento térmico (Fusco *et al.*, 2020).

Observou-se que não houve efeito na interação entre tratamento e tempo ($P > 0,05$). Assim, os resultados para tratamento e tempo foram discutidos de forma separada. Esses resultados indicam que a variação nos tratamentos ao longo do tempo não influenciou de maneira estatisticamente relevante as características avaliadas.

Verificou-se, para a maioria das variáveis estudadas, a ocorrência de diferenças ($p < 0,05$; Tabela 3) entre os queijos analisados, com exceção do teor de proteína dos queijos ($P > 0,05$). Estes resultados podem estar relacionados à composição química dos diferentes óleos utilizados, que podem influenciar diretamente as propriedades físico-químicas dos queijos (Khorshidian *et al.*, 2018; Vitalini *et al.*, 2022).

Tabela 3. Composição físico-química de queijos de coalho elaborados com e sem óleos essenciais.

	Queijos com óleos essenciais (OE)				EPM ¹	P - Valor
	Sem OE	Orégano	Alecrim	Tomilho		
Umidade, %	54,11c	55,46a	54,76b	54,52bc	0,150	0,0014
Gordura, %	18,22b	15,33c	20,33a	17,50b	0,260	<0,0001
Proteína, %	18,64	17,55	18,48	17,72	0,412	0,2357
Cinzas, %	3,57c	4,19a	3,86b	3,87b	0,008	<0,0001
Acidez (g de ác. láctico)	0,10a	0,08b	0,11a	0,11a	0,002	<0,0001

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996), os queijos avaliados classificaram-se quanto ao teor de umidade como sendo de alta umidade ($46,0\% < \text{umidade} < 54,9\%$) e muito alta umidade ($55,0\% < \text{umidade}$), sendo um parâmetro influenciado por condições de fabricação do queijo (Giroux; Lemaire; Britten, 2021). Entretanto o controle ambiental do experimento favorece a atribuição dos óleos essenciais nos teores de umidade. Logo, o maior valor médio desta variável foi o óleo essencial

de orégano composto principalmente pelos componentes bioativos carvacrol e o timol, os quais atuam na membrana plasmática dos microrganismos, provocando a lise celular (Costa *et al.*, 2023). Isso, por sua vez, pode diminuir a degradação de componentes que liberariam água, ajudando a manter a umidade do queijo.

Além disso, a redução da carga microbiana no queijo devido à ação antimicrobiana do óleo essencial de orégano resulta em uma menor fermentação dos açúcares em ácido láctico, visto que os microrganismos presentes no queijo são os responsáveis por essa conversão (Kazou, 2022). Isso leva a uma produção reduzida de ácido, resultando em acidez menor no queijo, o que justifica os valores de acidez no queijo com óleo essencial de orégano em comparação com os demais.

O queijo formulado com óleo essencial de alecrim apresentou teor de gordura mais elevado, seguido do queijo formulado com óleo de tomilho (Tabela 3) e isso se deve a presença de compostos fenólicos antioxidantes nesses óleos (Amaral *et al.*, 2021) e os seus constituintes voláteis, tais como o carnosol, ácido carnósico e ácido rosmarínico presente nos extratos não voláteis, e o α -pineno, acetato de bornilo, canfeno e 1,8-cineol presentes no óleo essencial destas plantas (Amaral *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2008). Esses compostos são eficazes na redução da degradação lipídica, protegendo os lipídios da oxidação e, conseqüentemente, preservando a qualidade e a quantidade de gordura no queijo.

Os resultados mostram variações ao longo do tempo, com efeitos lineares ($P < 0,05$; Tabela 4) para a umidade, gordura, cinzas, proteína e acidez. Essas variações são esperadas e refletem as mudanças naturais na composição dos queijos durante o processo de maturação.

Tabela 4. Composição físico-química dos queijos de coalho elaborados com e sem óleos essenciais em função do tempo de maturação

	Tempo (dias)			EPM ¹	Efeito Linear (p-valor)
	0	15	30		
Umidade %	55,94	54,62	53,58	0,123	<0,0001
Gordura %	18,22	19,50	17,46	0,222	0,0125
Cinzas %	3,74	3,93	3,95	0,006	0,0174
Proteína %	18,84	18,51	16,91	0,412	<0,0001
Acidez (g de ác. láctico)	0,08	0,10	0,12	0,003	<0,0001

¹Erro padrão da média;

O comportamento linear decrescente da umidade (Tabela 4) dos queijos no decorrer dos tempos pode ser explicado pelo processo de maturação, que é responsável por alterações da composição química, física, microbiológica e sensorial (Lima, 2021). A umidade do queijo

pode ser entendida como inversamente proporcional à maturação (Cruz *et al.*, 2017), ou seja, quanto maior for o tempo de maturação, menor será a umidade, pois ela será perdida por meio da sinérese.

Observou-se efeito linear crescente em relação ao teor de gordura (Tabela 4). Esse fenômeno ocorre, possivelmente, devido ao processo de maturação do queijo, durante o qual os lipídios são degradados em ácidos graxos e glicerol por meio da lipólise (Marques, 2022). Essa degradação pode resultar em uma leve redução no percentual de gordura do queijo. Contudo, essa diminuição é mínima, uma vez que, à medida que o queijo perde umidade, o teor de sólidos totais aumenta. Consequentemente, essa elevação nos sólidos totais resulta em aumento na concentração de gordura, que é um dos principais componentes do queijo (Sales, 2015).

Da mesma forma, tem-se o comportamento inversamente proporcional do teor de cinzas (Tabela 4) em relação ao de umidade, corroborado pela concentração de sólidos no processo da sinérese e por isso o teor de cinzas em queijos é maior do que o leite, mesmo sendo a matéria-prima (Amalfitano *et al.*, 2024).

Em relação ao teor de proteína, observou-se menores teores proteicos em queijos com maiores períodos de maturação corroborando-se com os trabalhos de Garcia *et al.* (2009), Bezerra (2022). O que difere dos estudos feitos por Freitas Filho *et al.* (2012) e Bezerra *et al.* (2023).

O comportamento linear crescente da acidez titulável está intimamente ligado ao processo de glicólise. Durante a maturação do queijo, a glicólise converte a lactose presente no leite em ácido láctico, o que resulta em aumento gradual e constante da acidez. Esse processo é fundamental para o desenvolvimento das características sensoriais do queijo, pois o ácido láctico não só contribui para a acidez, mas também influencia a textura e o sabor do produto final (Awad; Abdou, 2024).

Tais resultados discutidos expressam características físico-químicas desejáveis dos queijos coalho formulados com os óleos essenciais como alternativas aos conservantes sintéticos, então sob uma perspectiva mercadológica fez-se uma simulação gráfica, pelo ponto de vista de uma queijaria ou laticínio, baseada na estatística descritiva sobre a rentabilidade dos queijos produzidos com os óleos essenciais em relação ao queijo controle (Figura 1).

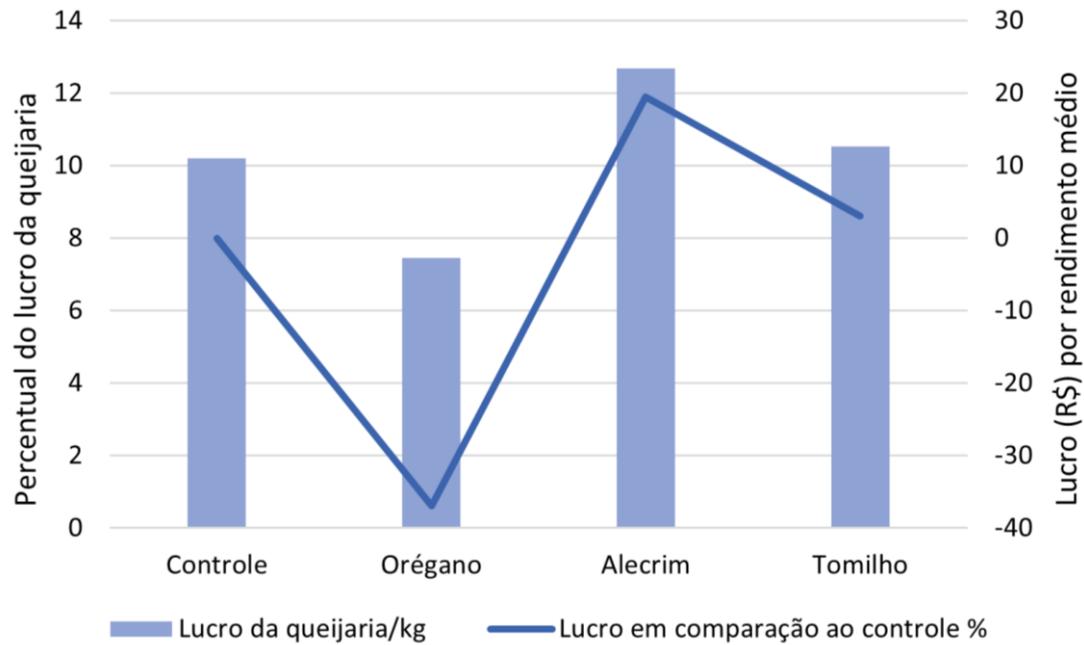


Figura 1. Simulação gráfica da rentabilidade dos queijos, sem e com os diferentes óleos essenciais, considerando apenas o custo por quilo do leite. Elaborado pela autora.

De acordo com os rendimentos médios dos tratamentos (Kg) corresponderem a 1,41kg, 1,30kg, 1,51kg e 1,43kg para os queijos sem o uso de óleos, com o óleo de orégano, de alecrim e de tomilho, respectivamente. Logo, considerando apenas os custos de aquisição do leite por R\$2,47/L para queijarias (Rentero, 2024), o uso de 10 litros de leite projetando por volta de 1kg de queijo coalho, obteve-se maior viabilidade econômica nos queijos com os óleos de alecrim e tomilho com percentuais de 19,5% e 2,9% mais favoráveis em comparação ao controle, o que possibilita uma margem melhor de agregação monetária destes produtos.

6. CONCLUSÃO

A utilização de óleos essenciais de orégano, alecrim e tomilho na formulação de queijos coalho mostrou-se uma estratégia promissora que pode modificar e melhorar características específicas dos queijos coalho, dependendo do objetivo desejado. Além disso, pode aumentar o rendimento dos queijos com a adição de óleos de alecrim e tomilho, oferecendo uma alternativa viável e vantajosa para a indústria de laticínios e proporcionando produtos diferenciados e com maior valor agregado para o mercado consumidor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALINOVI, M. *et al.* Freezing as a solution to preserve the quality of dairy products: the case of milk, curds and cheese. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 20, p. 1–21, 25 jul. 2020a.
- ALINOVI, M. *et al.* Water status and dynamics of high-moisture Mozzarella cheese as affected by frozen and refrigerated storage. **Food Research International**, v. 137, n. 109415, p. 109415, nov. 2020b.
- AMARAL, S. *et al.* Alecrim(*rosmarinus officinalis*): principais características. **Revista de Casos e Consultoria**, V. 12, N. 1, e24651, 2021.
- ANDRADE, B. M. *et al.* Chemometric classification of Brazilian artisanal cheeses from different regions according to major and trace elements by ICP-OES. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 109, p. 104519–104519, 1 jun. 2022.
- ASSIS, R. C. *et al.* Selenium content and physicochemical characterization of traditional Brazilian coalho cheese. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 1, p. 1–8, 25 mar. 2021.
- AWAD, D. A. B.; ABDON, A. M. Cheese Ripening: Impact on Cheese as a Functional Food. **IntechOpen eBooks**, 29 maio 2024.
- BANSAL, V.; VEENA, N. Understanding the role of pH in cheese manufacturing: general aspects of cheese quality and safety. **Journal of Food Science and Technology**, v. 61, 29 nov. 2022.
- BARROSO, Z. *et al.* Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 1, p. 30–35, 1 mar. 2014.
- BARUKČIĆ, I. *et al.* Evaluation of quality parameters and shelf life of fresh cheese packed under modified atmosphere. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 7, p. 2722–2731, 3 mar. 2020.
- BEZERRA, D. *et al.* Effect of ripening time on the content of bioactive peptides and fatty acids profile of Artisanal Coalho cheese. **PLoS ONE**, v. 19, n. 7, p. e0306552–e0306552, 8 jul. 2024.
- BEZERRA, D. Tempo De Maturação Altera O Teor De Peptídeos Bioativos E O Perfil De Ácidos Graxos Do Queijo De Coalho Artesanal. Dissertação (Mestrado em Produção Animal), **Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, Macaíba, Rio Grande do Norte. 2022.
- BEZERRA, L. R.; SARAIVA, C. A. S.; DUARTE, D. C.; SANTOS, M. S.; OLIVEIRA, J. S. de; NETO, S. G.; NASCIMENTO, C. K. dos S.; BORGES, J. L. C.; MEDEIROS, A. B. A. de; RIBEIRO, N. L. Physicochemical and sensory analysis of Coalho Cheese supplemented with different concentrations of essential oil of oregano (*Origanum vulgare*). **Food Science and Technology**, Campinas, Brasil, v. 43, 2023. DOI: 10.5327/fst.0000128 .
- BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 588–594, 2009.

BORGES, J. Análise físico-química e sensorial de queijo coalho condimentado e produzido com leite integral e semidesnatado de vacas mestiças. Trabalho de Conclusão de Curso, Zootecnia. **Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba**, Areia. 35p. 2023.

BRASIL (1996). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – (MAPA). Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.48, 11 mar. 1996. Seção I, pp.3977-3986.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Estabelece os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial (Instrução normativa nº 77, 26 de novembro de 2018). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamento Técnico de identidade e qualidade de manteiga da terra ou manteiga de garrafa, queijo de coalho e queijo de manteiga (Instrução normativa nº 30, 26 de junho de 2001). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Regulamento Técnico de identidade e características de qualidade do leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A (Instrução normativa nº 76, 26 de novembro de 2018). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Decreto nº10.468, de 18 de agosto de 2020. Brasília: Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Instrução Normativa nº 161, de 1 de julho de 2022. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, n. 249, p. 235, 06 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 724, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. **Diário Oficial da União**, seção 1, Brasília, DF, DOU n. 126, 6 julho de 2022.

BRASIL. Resolução RDC Nº 2, de 15 de janeiro de 2007. Aditivos aromatizantes produzidos e comercializados nos territórios dos Estados Partes do MERCOSUL. **Brasília: Presidência da República**, 2007. Disponível em: https://bvsm.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0002_15_01_2007.html . Acesso em: 10 de set. de 2024.

BRITTEN, M.; GIROUX, H. J. Rennet coagulation of heated milk: A review. **International Dairy Journal**, v. 124, p. 105179, ago. 2021.

CARNEIRO, J. DE O. *et al.* Artisan minas cheese of Serro: proteolysis during ripening. **Heliyon**, v. 6, n. 7, p. e04446–e04446, 1 jul. 2020.

CARVALHO, Rayssa Julliane. Efeito inibitório do óleo essencial de *Thymus vulgaris* L. frente a bactérias patogênicas e ácido láticas de importância em queijo de coalho. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). **Universidade Federal da Paraíba**, Paraíba. 2015.

CASTANHEIRA, A. C. G. **Manual Básico de Controle de Qualidade de Leite e Derivados** – comentado. São Paulo: Cap. Lab, ed. 2, jul. 2012.

CAVALCANTE, J. F. M. Queijo Coalho artesanal: cultura, história e gastronomia nordestina. **Nutrivisa Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, Fortaleza, v. 10, n. 1, p. e10408, 2023. DOI: 10.59171/nutrivisa-2023v10e10408. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/nutrivisa/article/view/10408>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CORTEZ, N. M.; LIMA, keliane O. de; MORAIS, A. B.; XIMENES, G. N. da C.; HONORATO, F. A.; ANDRADE, samara alvachian cardoso. Determinação do teor de matéria gorda em queijo coalho (tipo a e b) comercializados no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 94–98, 2017.

COSTA, A. G. *et al.* POTENCIAL ANTIMICROBIANO DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) E SUA APLICAÇÃO EM ALIMENTOS. “**Produção Animal e Vegetal: Inovações e Atualidades** – Vol. 2, 2023.

CRUZ, A. *et al.* Processamento de Leites de Consumo. 1. ed. Rio de Janeiro: **Editora Elsevier**, 2017.

FARIAS, Joana Luiza Lima; REZENDE, Priscila Lídia Rosa de; PINTO, Ellen Godinho. Queijo Minas Frescal enriquecido com óleo de orégano. **Instituto Federal Goiano**, Campus Morrinhos- GO. 2017.

FIGUEIREDO, M. J.; GRISI, C. V. B.; SANTIAGO, A. M.; VIEIRA, E. A.; CORDEIRO, A. M. T. M.; VILELA, A. F.; VIANA, A. D.; SOUSA, S.; CONRADO, L. S. Characterization and application of *Croton blanchetianus* Baill extract for lamb ribs preservation. **Food Chemistry**. vol. 373, Parte A, p 1-11, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131404>

FREITAS FILHO, J. R. *et al.* AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO QUÍMICOS DO QUEIJO COALHO ARTESANAL PRODUZIDO EM CALÇADO - PE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 6, n. 1, 30 jul. 2012.

GARCIA, G. A. C., MORETTI, B. R., GOMES, R. G., CASAROTTI, S. N., PENNA, A. L. B. Composição de macronutrientes e evolução da maturação de queijo Prato com teor reduzido de gordura adicionado de enzima proteolítica *fastuosafina*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.12, p.69 - 77, 2009.

HAFEMANN, Suzan Paula Gomes, *et al.* Ricota com adição de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* Linneus): avaliação físico-química, sensorial e microbiológica. **Revista brasileira de produtos agroindustriais**, v. 17, n. 3, p. 317-323, 2015.

JAKIEMIU, E. *et al.* Study of composition and yield of *Thymus vulgaris* L. oil essential. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 683-688, jul./set. 2010.

JIANG J.; SHEN, Y. Y.; LI, J.; LIN, Y. H.; LUO, C. X.; ZHU, D. Y. (2015). (+)-Borneol alleviates mechanical hyperalgesia in models of chronic inflammatory and neuropathic pain in mice. **European Journal of Pharmacology**, 757, 53-58.

KAZOU, M., 2022. Lactic Acid Bacteria: *Lactococcus lactis*. In: McSweeney, P.L.H., McNamara, J.P. (Eds.), **Encyclopedia of Dairy Sciences**, vol. 4. Elsevier, Academic Press, pp. 218–225. <https://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00325-1>.

KHORSHIDIAN, N. *et al.* Potential application of essential oils as antimicrobial preservatives in cheese. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 45, p. 62–72, fev. 2018.

LIMA, C. Estudo Do Tempo De Maturação Do Queijo Minas Artesanal Do Triângulo Mineiro: Análises Microbiológicas E Físico-Químicas. Patos de Minas, 2021, 114 p., Dissertação de mestrado, Engenharia de Alimentos, **Universidade Federal De Uberlândia**.

LUCEY, J. A.; JOHNSON, M. E.; HORNE, D. S. Invited Review: Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 9, p. 2725–2743, set. 2003.

MARGALHO, L. P. *et al.* Brazilian artisanal cheeses are rich and diverse sources of nonstarter lactic acid bacteria regarding technological, biopreservative, and safety properties—Insights through multivariate analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 9, p. 7908–7926, set. 2020.

MARTINELLI, L. A.; DOS ANJOS, F. S. Valorização dos queijos artesanais brasileiros: Aplicabilidade de três sinais distintivos de qualidade para o queijo coalho a partir da visão de especialistas. **Revista Memória em Rede**, v. 15, n. 28, p. 68–104, 15 jan. 2023.

MCSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F.; O'MAHONY, J. A. **Role of Milk Fat in Dairy Products**. In: *Advanced Dairy Chemistry*, Springer. 2020, v. 2, p. 245–305.

MEDEIROS, E. A. A. *et al.* Atividade antimicrobiana de filme de acetato de celulose incorporado com óleo essencial de orégano (*origanum vulgare* L.) em queijo minas frescal. In: **Anais, 25º Congresso brasileiro de ciências e tecnologia de alimentos**. Gramados, Rio Grande do Sul: FAURGS. Recuperado a partir de: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbcta/anais/files/250.pdf>.

MENEGOL, M. V. *et al.* Rancidez hidrolítica e oxidativa em queijos da serra gaúcha e sua relação com parâmetros nutricionais e microbiológicos. **Disciplinarum Scientia - Ciências da Saúde**, v. 21, n. 1, p. 199–211, 2020.

MENEZES, S. QUEIJO DE COALHO: TRADIÇÃO CULTURAL E ESTRATÉGIA DE REPRODUÇÃO SOCIAL NA REGIÃO NORDESTE. **Revista de Geografia**, v. 28, n. 1, p. 40–56, 3 jun. 2011.

MESSIAS, T. B. O. N. *et al.* Typical Brazilian cheeses: safety, mineral content and adequacy to the nutritional labeling. **Food Science and Technology**, v. 42, 2022.

NAYAK, C.; RAMACHANDRA, C. T.; KUMAR, G. A. Comprehensive Review on Composition of Donkey Milk in Comparison to Human, Cow, Buffalo, Sheep, Goat, Camel and Horse Milk. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, v. 54, n. 3, 2020.

NEIVA, R. Anuário Leite 2024: Queijo de Alagoa valoriza marca e adota e-commerce. **Embrapa Gado de Leite**, 60 p. 2024. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1164754/1/Anuario-Leite-2024.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

NEVES, L. F. *et al.* PERFIL FÍSICO-QUÍMICO DE QUEIJOS ARTESANAIS DO NORTE DE MINAS GERAIS. **Revista Unimontes Científica**, v. 23, n. 1, p. 1–10, 2 jul. 2021.

ÖZKAN, O. E. *et al.* Essential Oil of Oregano and Savory; Chemical Composition and Antimicrobial Activity. **Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research**, v. 51, n. 3s, p. s205–s208, 25 jul. 2017.

ÖZLEM, O.; KUL, E. Effects of some environmental factors on somatic cell count and milk chemical composition in cow bulk tank milk. **Akademik ziraat dergisi**, v. 9, n. 1, p. 163–170, 30 jun. 2020.

PINEDA, A. *et al.* Brazilian Artisanal Cheeses: Diversity, Microbiological Safety, and Challenges for the Sector. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, n. 666922, 20 abr. 2021.

PREIS, Carine; CHAGAS, Thaís Eloá Roders; RIGO, Elisandra. Avaliação da ação antimicrobiana de óleo essencial de orégano (*origanum vulgare*) em ricotas adicionadas de especiarias. In: **Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos**. 2015.

PRESENTE, Joelmir Grassi. Produção e conservação de queijos frescos adicionados de óleos essenciais. Universidade Federal do Rio Grande escola de química e alimentos engenharia agroindustrial e indústrias alimentícias, Santo Antônio da Patrulha, 2015.

PRINS, C.L. *et al.* Efeito do tempo de extração sobre a composição e o rendimento do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.8, n.4, p.92-95, 2006.

RENTERO, N. Anuário Leite 2024 – Grandes fazendas: produção em alta e voltadas para crescer. **Embrapa Gado de Leite**, 66-69 p. 2024. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1164754/1/Anuario-Leite-2024.pdf>>. Acesso em: 27 ago. 2024.

REZENDE, Luana Thamirys Pereira de. Aplicação de cobertura quitosana e óleo essencial de orégano em queijo minas artesanal: análises físico-química e sensorial. Trabalho de Conclusão de Curso – Nutrição. **Universidade Federal De Pernambuco**, Vitória de Santo Antão, 2010.

RIBEIRO, B. *et al.* ATIVIDADE CONSERVANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM ALIMENTOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA. **Cadernos de Graduação**, v. 8, n. 1, p. 63–76, maio 2023.

ROMERO, A. *et al.* Composição Química e Atividade do Óleo Essencial de *Origanum vulgare* Sobre Fungos Fitopatogênicos. **JOURNAL OF HEALTH SCIENCE**, v. 14, n. 4, 2 jul. 2012.

RUIZ-GONZALEZ, N. *et al.* Antimicrobial Activity and Physicochemical Characterization of Oregano, Thyme and Clove Leave Essential Oils, Nonencapsulated and Nanoencapsulated, Using Emulsification. **Applied Food Biotechnology**, v. 6, n. 4, p. 237–246, 25 set. 2019.

SALES, G.A. Caracterização microbiológica e físico-química de queijo Minas Artesanal da microrregião de Araxá - MG durante a maturação em diferentes épocas do ano. 107 p. 2015 Dissertação de Mestrado. **Universidade Federal de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2015.

SANTOS, Renata de Eça. Caracterização microbiológica, físico-química e sensorial do queijo coalho caprino adicionado de óleo essencial de alecrim pimenta (*Lippia origanoides* Cham). Trabalho de Conclusão de Curso, Gastronomia. **Universidade Federal da Paraíba**, João Pessoa, 2017.

SANTOS, Edilene Vieira; CESAR, Erika Lins; VIRGINIO, Gabrieli Vieira, NETO, João Leite Ferreira; SANTOS, Carlos Christiano Lima; SOUZA, Poliana Epaminondas. Influência do revestimento comestível à base de fécula de mandioca e óleo essencial na conservação de queijo minas frescal. 2018.

SHARMA, S. *et al.* Essential oils as additives in active food packaging. **Food Chemistry**, v. 343, p. 128403, maio 2021.

SILVA, B. P. P. da; *et al.* Composição nutricional de queijo coalho vendido em feiras livres de São Luis – MA / Nutritional composition of coalho cheese sold at free fairs in São Luis – MA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 34043–34053, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n6-088.

TAVARES, Fernando de Oliveira; PIERETTI, Gabriella Giani; ANTIGO, Jéssica Lorraine; POZZA, Magali Soares dos Santos; SCAPIM, Mônica Regina da Silva; MADRONA, Grasielle Scaramal. Cobertura comestível adicionada de óleos essenciais de orégano e alecrim para uso em ricota. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 4, p. 249-257, 2014.

TEKIN, A.; HAYALOGLU, A. A. Understanding the mechanism of ripening biochemistry and flavour development in brine ripened cheeses. **International Dairy Journal**, v. 137, n. 105508, p. 105508, 1 fev. 2023.

WANG, W., Eu, N., Zu, YG., Fu, Y.J. (2008). Antioxidative activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil compared to its main components. **Food chemistry**, 108 (3), 1019-1022.

XIA, Y. *et al.* Proteolysis, lipolysis, texture and sensory properties of cheese ripened by *Monascus fumeus*. **Food research international**, v. 137, n. 109657, p. 109657–109657, 1 nov. 2020.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Leite e derivados. In: ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008. Cap. 27, p. 823-881.

ZOUARI, A. *et al.* Microstructure and chemical composition of camel and cow milk powders' surface. **LWT**, v. 117, p. 108693, jan. 2020.