



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS**



**BRUNA GOMES DA SILVA
SUYANE PEREIRA DA SILVA**

**COMPOSTOS FENÓLICOS COMO CONSERVANTES NATURAIS PARA
AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE QUEIJOS FRESCOS: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

**Ouro Preto
JANEIRO/2022**

BRUNA GOMES DA SILVA
SUYANE PEREIRA DA SILVA

**COMPOSTOS FENÓLICOS COMO CONSERVANTES NATURAIS PARA
AUMENTO DA VIDA ÚTIL DE QUEIJOS FRESCOS: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Rodrigues da Cunha - Departamento de Alimentos.



FOLHA DE APROVAÇÃO

Bruna Gomes da Silva

Suyane Pereira da Silva

Compostos fenólicos como conservantes naturais para aumento da vida útil de queijos frescos: revisão de literatura

Monografia apresentada ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Aprovada em 06 de janeiro de 2022

Membros da banca

Doutora - Luciana Rodrigues da Cunha - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Mestre - Mirian dos Santos - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutora - Priscila Cardoso Fidelis - Universidade Federal de Ouro Preto

Luciana Rodrigues da Cunha, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 06/01/2022



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Rodrigues da Cunha, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/10/2024, às 08:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0787828** e o código CRC **1C1BFCF4**.

RESUMO

A contaminação e deterioração de alimentos por microrganismos continuam sendo um problema em todo o mundo, apesar das inúmeras técnicas de conservação disponíveis. Dessa forma, existe uma demanda por novos métodos para reduzir ou eliminar microrganismos indesejáveis presentes nos alimentos. Compostos fenólicos extraídos de plantas têm despertado interesse da comunidade científica devido aos seus efeitos inibitórios frente ao crescimento de microrganismos deterioradores e patogênicos, bem como seu potencial efeito benéfico promovido à saúde humana. No entanto, quando adicionados diretamente ao produto podem promover alterações de sabor e na coloração. Dessa maneira, embalagens ativas, vem se tornando um método promissor pois, os compostos antimicrobianos incorporados na matriz polimérica dessas embalagens interagem de forma intencional com o produto, migrando gradativamente para o alimento, melhorando características sensoriais e estendendo sua vida útil. O queijo fresco é o produto obtido por coagulação e dessoramento do leite por fermentação láctica, com ou sem adição de coalho e não submetido a um processo de maturação. Possui alto valor nutritivo e elevado teor de umidade, exigindo consumo nos primeiros quinze dias após sua fabricação, pois é altamente perecível mesmo sob condições de refrigeração. Além de alto teor de umidade, esses queijos possuem pH mais elevado que os demais, propiciando um ambiente favorável para o desenvolvimento de muitos microrganismos patogênicos. Dessa maneira, torna-se necessário desenvolver métodos de conservação que possam aumentar a segurança microbiológica e vida útil desse produto. Diante do exposto, esse artigo teve como objetivo fazer uma revisão bibliográfica a respeito do potencial uso de compostos fenólicos aplicados diretamente ou na forma de embalagens ativas antimicrobianas como agentes conservantes para aumento da vida útil de queijos frescos. Foram abordados aspectos conceituais, de segurança microbiológica, mercadológicos e de regulamentação relacionados ao tema. Para tal, realizou-se uma pesquisa qualitativa livre em sites científicos, como *pubmed*, *science direct* e *scielo*, buscando levantar dados históricos e atualizados relacionados ao tema.

Palavra-chave: *Queijo fresco, Vida útil, Microrganismos, Embalagem ativa.*

ABSTRACT

The contamination and spoilage of food by microorganisms continue to be a problem throughout the world, despite the numerous available preservation techniques. Thus, there is a demand for new methods to reduce or eliminate undesirable microorganisms present in food. Phenolic compounds extracted from plants have aroused interest in the scientific community due to their inhibitory effects against the growth of spoilage and pathogenic microorganisms, as well as their potential beneficial effect on human health. However, when added directly to the product they can promote changes in flavor and color. Thus, active packaging has become a promising method because the antimicrobial compounds incorporated into the polymeric matrix of these packages interact intentionally with the product, gradually migrating to the food, improving sensory characteristics and extending its shelf life. Fresh cheese is the product obtained by coagulating and draining milk through lactic fermentation, with or without the addition of rennet, and not subjected to a maturation process. It has high nutritional value and high moisture content, requiring consumption within the first fifteen days after manufacture, as it is highly perishable even under refrigeration conditions. Besides the high moisture content, these cheeses have a higher pH than others, providing a favorable environment for the development of many pathogenic microorganisms. Thus, it is necessary to develop conservation methods that can increase the microbiological safety and shelf life of this product. In view of the above, this paper aimed to make a literature review regarding the potential use of phenolic compounds applied directly or in the form of antimicrobial active packaging as preservative agents to increase the shelf life of fresh cheeses. Conceptual, microbiological safety, marketing, and regulatory aspects related to the subject were addressed. To this end, a free qualitative research was carried out in scientific sites, such as pubmed, science direct and scielo, seeking to raise historical and updated data related to the theme.

Keywords: *Fresh cheese, shelf life, microorganisms, active packaging.*

RESUMEN

La contaminación y el deterioro de los alimentos por microorganismos sigue siendo un problema en todo el mundo, a pesar de las numerosas técnicas de conservación disponibles. Por ello, existe una demanda de nuevos métodos para reducir o eliminar los microorganismos indeseables presentes en los alimentos. Los compuestos fenólicos extraídos de las plantas han despertado el interés de la comunidad científica debido a sus efectos inhibitorios contra el crecimiento de microorganismos patógenos y deteriorantes, así como a su potencial efecto beneficioso para la salud humana. Sin embargo, cuando se añaden directamente al producto pueden promover alteraciones en el sabor y la coloración. De este modo, los envases activos se han convertido en un método prometedor, ya que los compuestos antimicrobianos incorporados a la matriz polimérica de estos envases interactúan intencionadamente con el producto, migrando gradualmente al alimento, mejorando sus características sensoriales y prolongando su vida útil. El queso fresco es el producto obtenido mediante la coagulación y el desuerado de la leche por fermentación láctica, con o sin adición de cuajo y no sometido a un proceso de maduración. Tiene un alto valor nutritivo y un elevado contenido de humedad, por lo que debe consumirse en los primeros quince días tras su fabricación, ya que es muy perecedero incluso en condiciones de refrigeración. Además del alto contenido de humedad, estos quesos tienen un pH más alto que los demás, lo que proporciona un entorno favorable para el desarrollo de muchos microorganismos patógenos. Por ello, se hace necesario desarrollar métodos de conservación que puedan aumentar la seguridad microbiológica y la vida útil de este producto. En vista de lo anterior, este artículo tuvo como objetivo hacer una revisión de la literatura con respecto al uso potencial de los compuestos fenólicos aplicados directamente o en forma de envases activos antimicrobianos como agentes conservantes para aumentar la vida útil de los quesos frescos. Se abordaron aspectos conceptuales, de seguridad microbiológica, de comercialización y normativos relacionados con el tema. Para ello, se realizó una investigación cualitativa libre en sitios web científicos, como pubmed, science direct y scielo, buscando levantar datos históricos y actualizados relacionados con el tema.

Palavras-chave: *Queijo fresco, Vida útil, Microorganismos, Embalaje activo.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. METODOLOGIA	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1 PRODUÇÃO DE QUEIJO NO MUNDO	9
3.2 QUEIJO FRESCO NO BRASIL	10
3.2.1 QUEIJO MINAS FRESCAL	12
3.3 COMPOSTOS FENÓLICOS COMO AGENTES ANTIMICROBIANOS	15
3.4 EMBALAGENS ATIVAS	19
3.5 EMBALAGENS ATIVAS ANTIMICROBIANAS	20
3.6 DESAFIOS DO USO DAS EMBALAGENS ATIVAS EM QUEIJOS FRESCOS	22
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

O queijo é um dos derivados lácteos mais consumidos no mundo. Em 2019, o mercado global desse produto aumentou 2,3%, subindo pelo terceiro ano consecutivo após dois anos de declínio. O valor de mercado aumentou a uma taxa média anual de 1,1% no período de 2013 a 2019; a tendência permaneceu consistente, com apenas pequenas flutuações em certos anos. O ritmo de crescimento foi mais acentuado em 2017, quando o valor de mercado aumentou 7,1%. No período em análise, o mercado global atingiu seu nível máximo em 2019 (MILKPOINT, 2021)

Dentre os maiores consumidores de queijo, os Estados Unidos (com 5,3 milhões de toneladas) continuam liderando, respondendo por 24% do volume total. O consumo de queijo nos EUA foi mais que o dobro do registrado pelo segundo maior consumidor, a Alemanha (com 2,2 milhões de toneladas). A terceira posição neste ranking foi ocupada pela França (com 2,0 milhões de toneladas), que tem 6,4% de participação. De 2013 a 2019, a taxa média anual de crescimento em volume de queijo consumido nos EUA foi de 2,5%. Enquanto na Alemanha a taxa média anual foi de 4,4% e na França 1,3% (ABIQ, 2021).

Impulsionado pelo aumento da demanda por queijos em todo o mundo, espera-se que o mercado continue seu padrão de aumento de consumo na próxima década. O desempenho do mercado deve manter sua tendência atual, expandindo a uma Taxa de Crescimento Anual Composta de 1,8% para o período de 2019 a 2030, o que elevaria o volume global para 31 milhões de toneladas até o final de 2030 (CANAL DO LEITE, 2020).

No cenário brasileiro, o queijo também ocupa uma posição de destaque, sendo um dos principais derivados fabricados a partir do leite, sendo produzidos mais de 700 mil toneladas de queijos por ano (LÁCTEOS, 2019). Em 2017, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Lácteos Longa Vida (ABLV, 2017), foi dado que o consumo de queijos no Brasil atingiu 8.406 bilhões de litros, enquanto que a produção atingiu 1 milhão de toneladas, com crescimento de 2% sobre o ano anterior (EMBRAPA, 2018). Ademais, em 2018, segundo EMBRAPA (2018), o queijo Minas Frescal representou cerca de 6% da parcela do mercado consumidor brasileiro, atrás apenas do queijo muçarela e prato. Isso ocorre devido a produção desse tipo de queijo apresentar um retorno de investimento mais rápido, com um menor preço para o consumidor, processamento simples e um bom rendimento na fabricação, entre 6,0 kg e 6,5kg de leite por 1kg de queijo (FURTADO, 2005). Esse aumento decorre do seu sabor agradável, alto valor proteico e biológico e adesão a estilos de vida mais saudáveis. Além disso, sua produção a partir de diversos tipos de leite e tecnologias permitem a entrega de uma variedade de produtos, desde queijos maturados a queijos frescos, sendo esta última categoria muito apreciada no Brasil (GOUVEA, 2017).

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos, regulamentado pela Portaria n° 146 de 1996, queijo fresco é definido como um produto obtido por coagulação e dessoramento do leite por fermentação láctea, com ou sem adição de coalho e não submetido a um processo de cura. Entende-se por queijo fresco o que está pronto para o consumo logo após sua fabricação (MAPA, 1996). Dessa maneira, por se tratarem de queijos suscetíveis a contaminações e desenvolvimento de microrganismos, faz-se necessária a combinação de estratégias e tecnologias para se obter melhor qualidade microbiológica e prolongar o tempo de vida útil desses produtos. Assim, podem ser empregados métodos físicos, como a secagem, congelamento, aquecimento, sendo a temperatura o mais utilizado, métodos químicos, como os conservantes, e métodos biológicos, como bacteriocinas agora utilizadas para prolongar a vida de prateleira e aumentar a segurança de uma variedade de produtos alimentares (FIB, 2011b). Além disso, a embalagem tem papel fundamental na manutenção da qualidade dos produtos e devido a isso, tem-se buscado alternativas como o desenvolvimento de filmes e coberturas comestíveis incorporados com compostos bioativos como compostos fenólicos, com efeito antioxidante e antimicrobiano (ŠILER et al., 2014).

Compostos fenólicos são compostos naturais com propriedades antioxidantes e antimicrobianas produzidas por diversas espécies vegetais em seu metabolismo secundário. Apresentam um ou mais anéis aromáticos que possuem ainda um ou mais grupos hidroxilas diretamente associados com a estrutura do anel, variando desde moléculas fenólicas simples a compostos altamente polimerizados (MACHADO et al., 2021). Nos últimos anos, estudos têm mostrado resultados promissores desses compostos na inibição do desenvolvimento de várias bactérias patogênicas e deterioradoras, tanto em estudos *in vitro* (KALIA, 2013; SANTOS et al., 2020; CARVALHO et al., 2020) quanto no alimento, como, por exemplo, em queijos frescos (ALARCÓN, 2007; HAFEMANN et al., 2015). Contudo, essa aplicação diretamente na massa dos queijos tem desencadeado algumas alterações sensoriais e de textura que podem afetar negativamente a aceitação do produto. Presente et al, (2016) avaliaram a aceitação sensorial de queijos frescos incorporados de óleo essencial de orégano e de gengibre e constataram que a adição do óleo de gengibre afetou negativamente a qualidade sensorial dos queijos, principalmente com relação ao sabor. Dessa maneira, a utilização desses compostos incorporados na embalagem (embalagem ativa) tem se apresentado como alternativa promissora (PRESENTE ET AL., 2016; SOUZA, 2018).

Embalagens ativas são sistemas planejados para interagir diretamente com o alimento, alterando propriedades desejadas no produto e podendo contribuir para aumento da vida útil (Dias et al., 2009). Muitas dessas embalagens têm sido desenvolvidas a partir de matérias-primas naturais e renováveis, tanto a matriz polimérica como os aditivos funcionais incorporados, apresentando assim o caráter de biodegradabilidade (SANTANA; MACHADO;

SILVA; NUNES; DRUZIAN, 2012).

Nos últimos anos, os filmes com propriedades antimicrobianas têm se destacado, uma vez que a maioria dos alimentos sólidos e semi-sólidos apresenta crescimento microbiano em sua superfície. Desta forma, a substância antimicrobiana, ao estabelecer um intenso contato com o alimento, inibe o crescimento dos microrganismos ali presentes (AMORIN, 2019). O potencial antimicrobiano de vários compostos naturais como os de compostos fenólicos extraídos de plantas, tem sido estudado para atender a demanda dos consumidores, movidos pela preocupação com a saúde e bem estar, e que têm buscado por alimentos mais seguros e livres de conservantes sintéticos. Além disso, a competitividade do mercado e necessidade de diferenciação dos produtos têm levado à busca por conservantes mais naturais como alternativa aos sintéticos (MILANI et al, 2012; LOPEZ et al, 2005; GOUVEIA, 2017). Nesse sentido, esta revisão possui como objetivo apresentar os compostos fenólicos como alternativas para a conservação de queijos frescos, bem como os efeitos de sua aplicação diretamente no produto e quando incorporados em embalagens ativas antimicrobianas.

2. METODOLOGIA

A metodologia aplicada foi o estudo qualitativo por meio de pesquisas bibliográficas em bases de dados como Scielo (**Scientific Electronic Library Online - <https://scielo.org/>**), Google Acadêmico (**<https://scholar.google.com.br/>**) e PubMed (**National Library of Medicine - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>**) entre os anos de 2012 a 2020. Também foram utilizados artigos, livros e capítulos de livros com informações relevantes anteriores a 2012.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRODIÇÃO DE QUEIJO NO MUNDO

O queijo é um alimento consumido em todo o mundo e a sua produção iniciou-se no Oriente Médio. Dados arqueológicos mostram que em 3000 a.C os sumérios da Mesopotâmia já produziram mais de vinte queijos frescos diferentes. Com tamanha diversificação foram alcançando, posteriormente, a Europa, e por fim, o mundo. Diversos tipos de queijo são produzidos nos cinco continentes, contudo, ainda existem regiões como Sul da Ásia e África Subsaariana, onde o queijo não faz parte dos hábitos alimentares (AMARANTE, 2015). É um dos derivados lácteos mais consumidos no mundo, representando 14% do consumo de laticínios, onde o leite fluido e o iogurte representam 17% e a manteiga 15% (FIL/IDF, 2020).

No Brasil, esse alimento também é muito apreciado visto que do total de 251,526 bilhões de litros de leite produzidos em 2020, 8,746 bilhões de litros foram absorvidos pelas produções de queijos no país, representando aproximadamente 34% do total de leite, seguido pelo leite UHT e leite em pó, com 27% e 24% da sua destinação, respectivamente (ABLV,

2020).

Sua fabricação teve início no período Colonial em meados do século XVII a partir de produções de leite em pequenas propriedades rurais (SILVA, 2016). Essas produções que começaram com características extrativistas, já ocupam posições de destaque no cenário econômico nacional com estimativas de produção de 796 mil toneladas e alta de 2,6%, em 2021 (EMBRAPA, 2021). De acordo com o Anuário Leite 2021, o queijo foi o segundo derivado lácteo com maior valor de vendas do setor em 2016, sendo superado apenas pelos leites UHT, os quais representam 62% do consumo de lácteos no Brasil. Contudo, mesmo que o leite UHT se encontre no topo dos produtos lácteos mais vendidos no Brasil, os queijos têm apresentado, nos últimos anos, maiores taxas de crescimento (EMBRAPA, 2019). Entre 2005 e 2016 o valor de vendas de queijos ampliou-se 506%, excedendo o aumento nas vendas do leite longa vida. Dessa forma, totalizando 785 mil toneladas vendidas em 2016, com participação aumentada de 12,8% a 23,7% do valor total de vendas do setor lácteo.

3.2 QUEIJO FRESCO NO BRASIL

De acordo com o Ministério da Agricultura do Abastecimento e Reforma Agrária, queijo é o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácido 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, sendo os queijos frescos produtos prontos para consumo logo após sua fabricação, ou seja, não passando por processo de maturação (MAPA, 1996).

No Brasil, a fabricação de queijos é a principal destinação do leite processado (cerca de 40% da produção nacional) (MILKPOINT, 2021). Em 2020, a produção de queijos teve destaque especial, pois absorveu 8,746 bilhões de litros de leite para a sua produção, sendo 2,8% a mais do que no ano de 2019, tendo Minas Gerais contribuído com 25% do volume total produzido no país (EMBRAPA, 2021). Dentre as categorias de queijos mais produzidas no Brasil estão os queijos frescos. De acordo com estudos realizados por Lima (2017) mais da metade dos laticínios estudados, com registro no SIF, produzem queijos frescos. Apesar de serem produtos considerados pouco diferenciados, esses queijos se destacam por demandarem baixo nível de investimento em equipamento, infraestrutura e tecnologia (LIMA, 2017).

Há também uma diversificação dos queijos encontrados no Brasil, apresentando maiores variedades de sabores, tamanhos, texturas, visando ter na mesa sempre um alimento nutritivo, saboroso e prático (EMBRAPA, 2019). Cada um com suas particularidades em

relação a forma de produção, leite utilizado, condições climáticas, tempo de produção, que alteram o sabor, a textura e estilo do queijo (SILVA, 2016). Assim, dentre os produzidos no Brasil, destaca-se a categoria dos queijos frescos como o cottage, cream cheese, quark, ricota, e queijo minas frescal (BRASIL, 2001; BRASIL, 2004; ROBERT, 2007)

O queijo Cottage é considerado como coalhada fresca e cremosa que durante sua produção passa por diversas lavagens, a fim de reduzir os teores de lactose e ácido láctico. Portanto, é um tipo de queijo de baixa acidez e que possui cerca de 80% de umidade e 4% de gordura (PERRY 2004). É um queijo muito apreciado nos Estados Unidos e vem ganhando destaque no Brasil, onde seu consumo tem aumentado nos últimos anos (ABIQ, 2016).

O Cream Cheese é um queijo cremoso ligeiramente ácido com um leve sabor de diacetil. Foi desenvolvido nos Estados Unidos e tem sido cada vez mais difundido no Brasil. Ele é produzido por coagulação ácida, rico em gordura (33,5%), e possui alto teor de umidade (54%) (MONTEIRO, 2004; ALVES, 2014; COSTA, 2021).

O Queijo Quark, de origem alemã, é um queijo semelhante ao Petit Suisse, sendo classificado como de muito alta umidade de acordo com a Instrução Normativa nº 53 de 29 de Dezembro de 2000 (BRASIL, 2000). É obtido por precipitação ácida de leite integral ou desnatado e seu pH está próximo de 6,5 podendo ser utilizado como base para creme de leite, e outros queijos acrescidos de condimentos, açúcares ou frutas (PERRY 2004; SANTOS, 2020).

A ricota é um produto de origem italiana obtido por precipitação ácida do soro do leite, rico em albumina e lactoglobulina que se precipitam e formam a massa. É considerado um dos queijos mais magros devido a teores reduzidos de gordura e alto valor proteico. É um queijo classificado como de muito alta umidade, com valores acima de 55% e pH cerca de 5,94 (BRASIL, 1996; Furoni, 2014; ABIQ, 2018; SPANU, 2018).

O Queijo Minas Frescal é um dos mais consumidos no Brasil, sendo também conhecido como queijo frescal, queijo branco ou queijo minas (ABIQ, 2020). É produzido a partir de leite de vaca pasteurizado, possuindo baixa acidez e baixa durabilidade, pois se classifica como um queijo de muito alta umidade (MAPA, 1996), apresentando, portanto, menor vida útil que os demais (HAFEMANN et al., 2015).

3.2.1 QUEIJO MINAS FRESCAL

O Queijo Minas Frescal, segundo a Portaria Nº 352, de 4 de setembro de 1997 é o queijo fresco obtido por coagulação enzimática do leite com coalho e/ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não com ação de bactérias lácticas específicas (ANVISA, 1997). Já a Instrução Normativa Nº 4, de 1 de Março de 2004 define o Queijo Minas Frescal

como sendo o queijo semi-gordo, de muito alta umidade, a ser consumido fresco (MAPA, 2004) Este, é um dos mais populares e produzidos no Brasil, além de possuir elevado valor socioeconômico e cultural, é de alto rendimento, nutritivo e possui um valor acessível (MILKPOINT, 2021).

A produção de Queijo Minas Frescal é uma importante atividade do setor lácteo e está concentrada principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil por empresas de pequeno e médio porte. Sua produção é simples e gera um rendimento significativo aos produtores, o que o torna um produto que demanda menor investimento do consumidor e maior retorno na renda dos produtores (PASSOS et al., 2009). Em 2016, o queijo Minas frescal era o terceiro queijo mais vendido (11,4%) no mercado brasileiro, perdendo apenas para a mussarela (43,7%) e queijo prato (31%) (JOLY, 2018). É uma opção de queijo que possui baixo teor de gorduras, satisfazendo as necessidades, principalmente, de consumidores adeptos a um estilo de vida mais saudável (BRASIL, 2020).

Contudo, apesar do baixo teor de gordura (22,2%) quando comparado ao Queijo Mussarela e Queijo Prato (38,50% e 25,21%) e elevada rentabilidade, o queijo Minas Frescal possui elevado teor de umidade (54,1%), associado à disponibilidade de vários nutrientes, tornando-o um produto altamente perecível (SANGALETTI et al., 2009). De acordo com Pinto (2018), a umidade elevada do alimento é uma característica intrínseca que proporciona um ambiente favorável à multiplicação de vários microrganismos patogênicos e deterioradores, contribuindo para reduzir a vida útil do produto, bem como podendo implicar em risco a saúde do consumidor. Além disso, a etapa de pasteurização é a última etapa no processo de fabricação de queijos frescos capaz de eliminar ou reduzir o crescimento de microrganismos. Sendo, portanto, primordial a adoção e fiscalização das boas práticas de fabricação, realizadas com rigor para prevenir uma possível contaminação ou recontaminação do produto (VINHA et al., 2016) quando há alguma falha ao longo do processo de fabricação, o queijo minas frescal pode conter bactérias patogênicas como *Staphylococcus aureus* e suas enterotoxinas, *Escherichia coli* (virotipos patogênicos) entre outros microrganismos (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

Staphylococcus aureus são bactérias mesófilas que apresentam temperatura de multiplicação na faixa de 10 °C a 46 °C, com temperatura ideal entre 30-37 °C. São cocos Gram-positivos, não formadores de esporos, sem motilidade e anaeróbios facultativos (Holt, et al., 1994). São muito tolerantes a elevadas concentrações de NaCl (10 a 20%) e possuem capacidade de sobreviver e se multiplicar em alimentos com baixo Aw (0,86) (FRANCO; LANDGRAF, 2005; SOUZA et al., 2017). Os *S. aureus* são frequentemente encontrados na pele, garganta e mucosas nasais dos seres humanos. Dessa forma, os manipuladores de alimentos constituem importante fonte de disseminação desses microrganismos patogênicos (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

Uma vez no alimento, e sob condições ideais de umidade e temperatura, os *S. aureus* podem se multiplicar e, em concentrações acima de 10^5 a 10^6 células/g, produzirem a enterotoxina, podendo ocasionar processos de intoxicação alimentar em quem consumir esse alimento. Embora sejam sensíveis ao calor, podendo ser inativados durante o processo de pasteurização, as enterotoxinas produzidas por esse microrganismo são termorresistentes (HENNEKINNE et al., 2012). Várias enterotoxinas já foram identificadas em alimentos, sendo as mais comuns: SEA, SEB, SEC, SED e SEE (KIM et al., 2011).

As intoxicações causadas por *S. aureus* podem ocasionar diferentes sintomas, e estados clínicos graves, visto que as toxinas produzidas possuem diferentes ações, podendo causar vômitos, diarreia e cólicas abdominais, gastroenterite, síndrome da pele escaldada e síndrome do choque tóxico (FORSYTHE, 2013; BRUSH, 2019).

A ingestão de queijos em condições inadequadas para consumo pode trazer graves consequências para a população, sendo, portanto, um problema de Saúde Pública. Dessa maneira, a legislação brasileira preconiza limites máximos desse microrganismo no alimento. De acordo com a RDC nº 60 de 26 de dezembro de 2019 da ANVISA que estabelece listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor (BRASIL, 2019), a cada 5 amostras (em 25g) de queijo minas frescal do mesmo lote (n=5), nenhuma (n=0) pode apresentar *Salmonella ssp* (em 25g) e enterotoxinas (ng/g) de *S. aureus*. Somente duas (n=2) podem apresentar contagem entre 10^2 UFC/g a 10^3 UFC/g de estafilococos coagulase positiva e somente uma (n=1) pode apresentar contagem entre 10^2 UFC/g a 10^3 UFC/g de *E. coli*. Nenhuma amostra pode apresentar contagem superior a 10^3 UFC/g de *S. aureus* e *E. coli*. Objetivando, dessa maneira, levar ao consumidor um produto de boa qualidade higiênico-sanitária.

Embora limites máximos desses microrganismos sejam estabelecidos pela legislação brasileira, ainda são reportados vários casos de queijo minas frescal acima desses padrões. Souza et al., (2017) analisaram amostras de queijo comercializado na Zona da Mata Mineira e observaram que 32% estavam com contagens de *S. aureus* coagulase positiva acima do preconizado pela legislação. Ferreira et al. (2010) também observaram que 78% dos queijos minas frescal comercializados na Região do Triângulo Mineiro estavam fora dos padrões. Saleh et al. (2019) avaliaram a qualidade microbiológica de queijo minas frescal comercializado no município de Duque de Caxias/RJ e observaram que 100% das amostras apresentaram contagens de *S. aureus* entre $1,6 \times 10^4$ UFC/g e $1,4 \times 10^9$ UFC/g, possibilitando a produção de enterotoxinas (FORSYTHE 2013). Sampaio e Nader (2000), verificaram a ocorrência de *Staphylococcus aureus* em amostras de queijo tipo Minas frescal comercializado na cidade de Poços de Caldas, MG e observaram a presença de *S. aureus* em 40 (50,0%) amostras avaliadas, cujas contagens estavam em torno de 10^5 UFC/g. Esses achados são preocupantes, pois além

de estarem acima do limite máximo de $10^3/g$ estabelecido pelo Ministério da Saúde, estes valores mostraram-se muito próximos dos requeridos para a produção de enterotoxinas, entre 10^5 e 10^6 UFC/g.

Além de *S. aureus*, a legislação brasileira também estabelece níveis máximos de contaminação de *E. coli* nos queijos minas frescal. *E. coli* é um micro-organismo presente no trato intestinal humano e de animais de sangue quente e em ambiente contaminado por fezes. São bactérias Gram negativas, anaeróbias facultativas, não formadora de esporos, fermentadora de lactose com produção de gás (JAY, 2005; TORTORA et al., 2012), que além de alterar as características sensoriais do alimento ocasiona o estufamento das embalagens (PINTO et al., 2011). São pertencentes ao grupo dos coliformes e possuem temperatura ótima de crescimento entre 37 e 39°C (ROSSI, 2001).

Quando presente em alimentos, como por exemplo em queijos frescos, é indicador de contaminação fecal, propiciando a identificação de condições inadequadas de processamento e sugerindo a presença de patógenos no produto. Além disso, as estirpes patogênicas podem ser agentes etiológicos de surtos de doenças veiculadas por alimentos contaminados (FERNANDES et al., 2006). No Brasil de 2009 a 2018, mais de 6.903 surtos veiculados a alimentos foram registrados, sendo *E. coli* o agente etiológico mais identificado (24%) (ANVISA, 2020). Existem seis virotipos patogênicos de *E.coli*, que podem provocar quadros graves de infecções alimentares, colocando em risco a segurança microbiológica do alimento e a saúde do consumidor (PIGATTO et al., 2009). De acordo com Nataro e Kaper (1998), os virotipos mais importantes são: ETEC - *Escherichia coli* Enterotoxigênica; EPEC - *Escherichia coli* Enteropatogênica; EAEC - *Escherichia coli* enteroagregativa; EIEC - *Escherichia coli* Enteroinvasiva; EHEC - *Escherichia coli* Enterohemorrágica (produtora de toxina Shiga-like). Esses microrganismos seguem uma estratégia de infecção, sendo capazes de invadir as células da mucosa do cólon e colonizar a superfície do intestino. Sendo assim, podem produzir enterotoxina (ETEC e EAEC), invadir (EIEC) e / ou aderir com sinalização de membrana (EHEC), além de produção de toxina Shiga (EHEC) (NATARO; KAPER, 1998).

A presença desses microrganismos em Queijo Minas Frescal, mesmo em queijos produzidos com leites processados termicamente, foi estudada por Okura e Marin (2014), e observaram que 30% das amostras provenientes de estabelecimentos credenciados no Serviço de Inspeção Federal (SIF) estavam contaminadas com *E. coli* em níveis acima dos aceitáveis pela legislação. Foram contabilizados no total 1.243 cepas de *E. coli*. Esses valores, indicam a deficiência na qualidade higiênico-sanitária do Queijo Minas Frescal tornando sua comercialização imprópria. A qualidade de Queijos Minas Frescal comercializados na Zona da Mata Mineira, de produção industrial e informal, foi avaliada por Souza et al. (2016). Os autores constataram a presença de *E. coli* em 32% das amostras avaliadas. Leite Júnior et al.

(2013) constataram maior número de *E. coli* em 17 amostras (70,8 %) de queijo Minas Frescal comercializados no Estado de Minas Gerais, assim como Paneto et al. (2007) concluíram que 96% das amostras de queijo Minas frescal avaliadas estavam contaminadas com *E. coli*.

Tendo em vista o aumento da vida útil do queijo minas frescal e demais queijos frescos, bem como as possíveis contaminações ao longo do processo de fabricação e suas implicações para a saúde do consumidor, tem-se buscado métodos alternativos para a conservação desse alimento, além da refrigeração. Assim, os compostos fenólicos têm sido alternativas para aumentar a vida útil e segurança microbiológica de queijos frescos (POSSETTI, 2017; MOURA, 2016).

3.3 COMPOSTOS FENÓLICOS COMO AGENTES ANTIMICROBIANOS

Compostos fenólicos são substâncias originadas do metabolismo secundário das plantas que podem ser quimicamente definidas como substâncias que possuem um anel aromático com uma ou mais hidroxilas ligadas. Esses compostos possuem estruturas variáveis, o que os tornam multifuncionais, de moléculas simples, como os ácidos fenólicos, até moléculas com alto grau de polimerização tais como os taninos. Estão presentes nos vegetais na forma livre ou conjugados a açúcares e proteínas (BRAVO, 1998; MARTÍNEZ-VALVERDE et al., 2000). Embora o esqueleto básico permaneça o mesmo, a posição e o número de grupos hidroxilas no grupo fenol são considerados diretamente relacionados com a sua toxicidade relativa para os microrganismos e são as principais características estruturais que influenciam a capacidade antioxidante de fenóis, com a evidência do aumento da toxicidade como resultado da hidroxilação (COWAN, 1999; SAMY; GOPALAKRISHNAKONE, 2010; BORGES et al., 2013).

De acordo com Rossa (2013), são divididos em flavonoides (antocianinas, flavonóis, e isoflavonas) e não flavonóides (ácidos fenólicos). Os flavonoides são também conhecidos como polifenóis e estão associados ao retardo de doenças do envelhecimento devido à sua capacidade antioxidante. As frutas, principalmente as de coloração vermelha ou azul, são as mais ricas em compostos fenólicos, especialmente flavonóis, catequinas, os taninos (MELO, 2002), em uvas são encontrados também ácido gálico, ácido vanílico, ácido p-coumárico e resveratrol (Allebrandt et al., 2020).

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos refere-se tanto à capacidade em retardar danos causados por espécies reativas de oxigênio ou em reduzir a geração dessas, por meio do sequestro de radicais livres e doação de elétrons ou átomos de hidrogênio (PERRON e BRUMAGHIM, 2009). Oliveira et al (2007) avaliaram extratos fenólicos de limão, laranja, banana e berinjela testando-os quanto a atividade antioxidante em um sistema enzimático na redução da atividade da peroxidase, pela inibição da reação de escurecimento enzimático do

guaiacol catalisada pela peroxidase da batata e observaram efeito inibitório frente a esse escurecimento.

Além da atividade antioxidante, compostos fenólicos também tem apresentado atividade antimicrobiana (SILVA, 2017) a qual tem sido relacionada à desestabilização da membrana citoplasmática dos microrganismos, promovendo aumento na permeabilidade, causando alteração do gradiente eletroquímico de prótons através da sua membrana, essencial para a manutenção da capacidade de síntese de ATP, transporte membranar e a motilidade e até mesmo no extravasamento de material celular; inativação de sistemas enzimáticos ou enzimas essenciais, incluindo as envolvidas no processo de produção de energia e síntese de componentes estruturais; e destruição ou inativação funcional do material genético (DAVIDSON & BRANEN, 1993; KIM et al., 1995; SIKKEMA et al., 1995; COX et al., 1999; WAHS et al., 2002; BURT, 2004; CUSHNIE e LAMB, 2005).

Diversos estudos têm demonstrado os efeitos antimicrobianos dos compostos fenólicos. Keerthi (2010) verificou que polifenóis foram capazes de inibir a formação de biofilme e produção de ácido por *S. mutans* pela inibição da F1-ATPase translocadora de prótons. Esse mesmo autor, verificou também que os polifenóis foram capazes de realizar ligações seletivas e não seletivas com moléculas biologicamente importantes, como as proteínas. Segundo Oliveira et al (2015) os óleos essenciais contendo compostos fenólicos, danificam a membrana celular bacteriana, facilitando assim a penetração celular e ação antimicrobiana. Carvalho et al., (2020) verificaram inibição do crescimento de *S. aureus* por extratos fenólicos de pitanga (*Eugenia uniflora*) e grumixama (*Eugenia brasiliensis*), tendo ambos extratos promovido halos de inibição variando de 9 a 18 mm. Santos et al, 2020 também verificaram inibição do crescimento de *S. aureus* por extratos fenólicos de jamelão, mostrando que *S. aureus* foi inibido por 22,59 mg GAE / g de extrato de semente de jambolan, formando uma zona de inibição de 24,5 mm de diâmetro. Estudos também têm mostrado a capacidade antimicrobiana dos compostos fenólicos sobre *S. aureus* sensível à meticilina (MRSA) e *S. aureus* resistente à meticilina (MSSA), devido os compostos fenólicos promoverem inibição do PBP2a, que é uma proteína ligadora de penicilina. A presença da PBP2a faz com que a meticilina e os compostos penicilinase-resistentes tenham baixa afinidade pelo local de ligação na bactéria, como um mecanismo de resistência. Sendo assim, esses compostos a inativam pela formação de pontes de hidrogênio entre a proteína PBP2a e os compostos fenólicos, contribuindo assim com a presença do grupo carboxilo, de dois grupos hidroxilo na posição para e orto do anel benzênico, além da presença de um grupo metoxilo na posição meta (ALVES et al., 2013).

Além do potencial antimicrobiano dos compostos fenólicos avaliados in vitro, estudos também têm mostrado ação promissora desses compostos em queijos frescos. Hafemann et al. (2015) avaliaram a adição de óleo essencial de orégano em ricota, e verificaram que após 15

dias de estocagem sob refrigeração, as ricotas apresentavam contagens de *S. aureus* dentro dos padrões exigidos pela legislação. Alarcón (2007) avaliou o efeito inibitório do óleo essencial de orégano e de pimenta do reino preta, sobre a viabilidade de *S. aureus* e *E. coli* em ricota e constataram atividade inibitória, reduzindo significativamente a população de *S. aureus* em 3,3 log UFC/g após 48 horas de armazenamento da ricota adicionada de óleo essencial de orégano a 7°C e 1,5 log UFC/g após 120 horas de armazenamento da ricota adicionada de óleo de pimenta. Apesar da *E. coli* apresentar uma resistência a atividade dos óleos essenciais, houve uma redução de 1,7 ciclos log UFC/g quando adicionado do óleo essencial de orégano após as primeiras 24 horas de armazenamento e o óleo de pimenta do reino preta apresentou redução de 1 ciclo log UFC/g da população bacteriana após 12 horas de armazenamento. Dentre os principais responsáveis pela ação antimicrobiana do óleo de orégano e da pimenta do reino preta, estão: o timol, carvacrol, limoneno e o B-pineno. Estudos realizados por Possetti (2017) verificaram eficiência da incorporação da casca e a amêndoa extraída de mangas das variedades: Tommy Atkin, Coquinho e Espada, os quais possuem compostos fenólicos como as catequinas que demonstram atividade antimicrobiana em queijos minas frescal produzidos com leite cru adquiridos de produtores da região de Uberaba - MG, frente ao crescimento dos microrganismos *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella ssp* e *Listeria monocytogenes*. Foram produzidas quatro formulações com 6% de extrato, e observado um crescimento menos acelerado nas formulações com extrato de amêndoa e de casca de manga, chegando com 20º dia com uma contagem inferior ao estabelecido pela legislação RDC nº12/2001, para Coliformes 45°C isto se deve ao efeito bacteriostático exercido pelo extrato nas células de coliformes a 45°C, além disso os queijos com os extratos tiveram um desenvolvimento microbiano menor quando comparado ao queijo controle no decorrer de 20 dias para *S. aureus*. Para *Salmonella* e *Listeria monocytogenes*, após 20 dias de armazenamento não verificada a presença nos queijos incorporados com os extratos.

Presente et al, (2016) avaliaram a conservação e a aceitação de queijos frescos tipo Minas frescal adicionados de óleos essenciais de orégano e gengibre em sua formulação e verificaram que os queijos recém produzidos não apresentaram coliformes termotolerantes e não foi verificada a presença de *S. aureus* e *Salmonella sp*. Com relação a estimativa do tempo vida útil, os queijos adicionados de óleo essencial de orégano e de gengibre apresentaram menores contagens microbianas quando comparados ao controle (sem óleo) apresentando valores de contagens acima de 10⁶ UFC/g somente a partir do 28º dia de armazenamento, enquanto os queijos controle excederam esse valor a partir do 21º dia, indicando eficiência dos óleos na extensão da vida útil do produto.

De forma semelhante, Caleja et al (2015), caracterizaram compostos fenólicos de extratos de *Matricaria recutita* L. (camomila) obtidos por decocção destacando o ácido

dicafeoil-2,7-anidro-3-desoxi-2-octulopiranosônico (diCDOA) e a luteolina- O-glucuronida como principais compostos fenólicos e constatou atividade antimicrobiana do extrato quando aplicado no queijo cottage.

Soto et al, (2021), realizaram um estudo a fim de comparar os efeitos da incorporação de microcápsulas ou nanoemulsões com *Opuntia oligacantha* sobre a qualidade do queijo fresco. Três tratamentos foram estabelecidos: controle, queijo com microcápsulas, e queijo com nanoemulsão. Foram avaliados parâmetros microbiológicos (bactérias aerófilas mesófilas, leveduras e coliformes totais), funcionais (fenóis totais, flavonóides, e capacidade antioxidante), e de textura (dureza, elasticidade, coesão e mastigabilidade) durante o armazenamento por 45 dias em 4°C. O contagem de coliformes totais diminuiu em todas as amostras desde o primeiro dia de armazenamento, bem como os mesófilos aeróbicos e a levedura. Em relação às propriedades funcionais, um aumento foi observado no total de fenóis em todos os tratamentos. A análise do perfil de textura mostrou que a adição de microcápsulas e nanoemulsões proporcionou diminuição da dureza do queijo. O efeito antimicrobiano foi maior quando foram adicionadas nanoemulsões, enquanto a adição de microcápsulas influenciou mais positivamente a atividade antioxidante.

Esses diversos estudos comprovam e reforçam a eficiência da atividade antimicrobiana dos compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças no aumento da vida útil de queijos, principalmente de queijos frescos. No entanto, se tratando da aplicação direta no produto, é importante considerar que os agentes antimicrobianos naturais são influenciados pela composição da matriz alimentar (RITOTA, 2020). Alguns estudos têm mostrado que a adição direta desses compostos ao alimento pode promover alterações sensoriais e afetar negativamente a qualidade do produto, pois esses componentes geralmente possuem um sabor forte mesmo quando usado em pequenas concentrações, podendo causar um alto impacto sensorial e rejeição do produto (KOPPEL, 2014; MORO et al., 2015). Prudencio et al, (2010) ao desenvolverem um queijo incorporado de vários compostos polifenólicos a uma concentração de 0,5 mg/mL, incluindo catequina, galato de epigallocatequina (EGCG), ácido tânico, ácido homovanílico, hesperetina e flavona, aliados a extratos brutos naturais, como extrato de uva, extrato de chá verde e cranberry em pó desidratada observaram redução do teor de umidade da coalhada de queijo, além de alterações na textura do produto, relatando estruturas mais ásperas e granulares.. Saraiva et al., 2016 desenvolveram quatro formulações de queijos acrescidas de 0, 0,5, 1 e 2% de extratos de erva mate obtidos a partir do metanol 100% (1:100) e constataram aumento na dureza dos queijos produzidos com 0,5% de erva mate após 14 dias de armazenamento, e após 21 dias para as outras formulações, alterando o perfil de textura característico do queijo em questão.

Ribas (2017) avaliou as características funcionais e tecnológicas de queijos tipo frescal

elaborados com leite de búfala e enriquecidos com extratos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), obtidos com álcool metílico 100% nas proporções de 1:20 (m/v), os quais foram adicionados em diferentes concentrações 0; 2,5; 5,0 e 7,5 g/kg e avaliados durante 21 dias de armazenamento. A cor dos queijos formulados com manjeriço apresentou-se com menor luminosidade, maior proximidade ao verde e amarelo. A inclusão de manjeriço alterou a dureza e mastigabilidade dos queijos e a microestrutura mostrou-se menos homogênea, com espaçamentos maiores e com superfícies mais grosseiras em relação aos queijos controle.

Diante dessas alterações nas propriedades dos queijos adicionados de compostos fenólicos, diversos autores têm estudado a incorporação desses compostos nas embalagens por meio de óleos essenciais ou extratos de plantas, devido a sua atividade antimicrobiana e antioxidante (REIS et al. 2014; ROMANI, 2015; SOUZA, 2018). Em consonância, embalagens ativas antimicrobianas tem se apresentado como alternativas promissoras em substituição a adição direta de aditivos na matriz alimentar, sendo os princípios ativos incorporados no material de embalagem e liberados de forma controlada para que este desempenhe sua função protetora ao longo da vida útil (MARTILLANES, 2017; AMORIN, 2019).

3.4 EMBALAGENS ATIVAS

Tradicionalmente, as embalagens foram desenvolvidas para conter o produto, facilitar seu transporte e garantir a qualidade em todo seu deslocamento até a mesa do consumidor (FERREIRA, 2012). É um componente essencial, pois além de exercer a sua função de proteção que envolve preservar ao máximo a qualidade do produto, criando condições que minimizem alterações químicas, bioquímicas e microbiológicas que promovem sua deterioração, também reduz o desperdício de alimentos (PETKOSKA et al., 2021). Um dos principais requisitos da embalagem é a não interação com o alimento acondicionado, funcionando assim como uma barreira inerte entre o alimento e o ambiente. Entretanto, nas últimas décadas, diversos sistemas de embalagem têm sido desenvolvidos com o objetivo de interagir de forma desejável com o alimento. As embalagens ativas, utilizadas para acondicionamento e proteção de alimentos, são embalagens que incorporam em suas formulações componentes que liberam ou absorvem substâncias no interior ou na superfície dos alimentos. (KHANEGHAH; HASHEMI; LIMBO, 2018), planejadas para alterar propriedades desejadas no produto, aumentando sua vida útil (SOARES et al, 2009).

Apesar de serem consideradas como um conceito atual, a evolução das embalagens convencionais para as embalagens ativas assenta em tradições ancestrais de povos nativos de regiões da África, Ásia e da América do Sul. Estes povos utilizavam folhas para guardar ou transportar alimentos, criando assim uma barreira simples contra alguns agentes externos. Este método também permitia transmitir aos alimentos características das plantas como os aromas,

sabores, cores ou substâncias antimicrobianas ou antioxidantes. Esta tradição perdurou até os tempos modernos, como por exemplo na Grécia, em que alguns queijos tradicionais são envolvidos em folhas para que tenham um processo de amadurecimento adequado (DAINELLI et al. 2008).

O conceito de embalagem ativa pode ser definido como um modo em que o produto, a embalagem e o ambiente interagem de maneira a manter a qualidade, promover segurança e, dessa maneira, prolongar a vida útil do alimento (PRASAD; KOCHHAR, 2014). Têm sido alternativas promissoras pois podem ser utilizadas principalmente em produtos alimentícios perecíveis, aumentando sua estabilidade e qualidade. Dentre as inúmeras embalagens ativas, pode-se destacar aquelas com incorporação de enzimas em suportes poliméricos, tais como lactase (CUNHA et al, 2007), lisozima (APENDINNI, 1996) e naringinase (SOARES, 1998), embalagens com atmosferas modificadas, absorvedores de oxigênio e de etileno, absorvedores e geradores de CO₂, reguladores de umidade, liberadores de aditivos, liberadores e/ou absorvedores de sabores e odores, absorvedores de radiação e os filmes antimicrobianos (SARANTÓPOULOS; COFCEWICZ, 2016, MORAES et al, 2011; BOTREL et al, 2010; SOARES et al, 2008; HAN, 2002).

3.5 EMBALAGENS ATIVAS ANTIMICROBIANAS

Com o aumento da necessidade de maior vida útil de produtos perecíveis em geral e a crescente conscientização do consumidor por alimentos de qualidade e com menores teores de conservantes, as embalagens ativas antimicrobianas têm ganhado destaque e crescimento neste mercado (SOARES *et al.*, 2009, FERREIRA, 2012; ROSSETO, 2021).

As embalagens ativas antimicrobianas têm sido desenvolvidas dentro de um conceito inovador, com o objetivo de reduzir, inibir ou retardar o crescimento de microrganismos na superfície dos alimentos, quando em contato com produtos acondicionados (HASHEMI; LIMBO, 2018). A substância antimicrobiana é incorporada no material da embalagem e é capaz de eliminar ou inibir microrganismos deterioradores e, ou patogênicos. O princípio básico de atuação dessa embalagem é a adição de uma barreira extra (microbiológica) às barreiras físicas (oxigênio e umidade) (HAN, 2003). Geralmente a contaminação desses produtos ocorre na superfície após o processamento, por meio do manuseio sem a correta higienização das mãos, superfícies, e utensílios. Dessa maneira, a substância antimicrobiana incorporada na embalagem migra lentamente para a superfície do produto, onde ocorrem maior deterioração do alimento por microrganismos externos, permitindo sua ação ao longo do transporte, até o período de armazenamento e chegada ao consumidor final (FERREIRA, 2012; AMORIN 2019).

A vantagem desse sistema é sua ação efetiva na superfície do alimento, associada à

migração mais lenta dos compostos ativos a partir do material de embalagem para a superfície do produto, auxiliando na manutenção das concentrações do antimicrobiano por mais tempo, e capaz de assegurar melhor eficácia do composto bactericida ou bacteriostático. Quanto mais lenta for a migração desses compostos para o alimento, melhor a qualidade da embalagem e sua eficiência. (QUINTAVALLA e VICINI, 2002; ZEHETMEYER, 2016). Somado a menor exposição do consumidor ao agente antimicrobiano. Dessa maneira, garantindo a segurança microbiológica do produto e atendendo a demandas dos consumidores por produtos com menos agentes químicos (SOARES et al., 2009; MILITELLO et al., 2010). No entanto, alguns fatores podem afetar a efetividade da embalagem antimicrobiana, como as características do antimicrobiano (solubilidade e tamanho da molécula) e do alimento, condições de estocagem e distribuição (tempo e temperatura), método de preparo do filme (extrusão ou casting) e interação entre antimicrobiano e polímero (DAWSON et al., 2003; CHA et al., 2004). Em relação à migração, de acordo com o IAL (2008), o ensaio de migração global ou total permite a quantificação dos compostos não voláteis ou pouco voláteis transferidos do material da embalagem para os alimentos, em condições usuais de emprego e armazenamento. O tempo de contato, a temperatura de contato, a relação superfície de contato/volume de simulante, o material da embalagem, as características do elemento migrante e a complexidade do alimento são os principais fatores que alteram a taxa de migração (ARVANITOYANNIS e KOTSANOPOULOS, 2013).

Muitos estudos têm sido desenvolvidos a fim de demonstrar a eficiência na utilização de embalagens ativas antimicrobianas. Yang et al (2018) desenvolveram filmes ativos contendo 1% óleo de folha de cravo e observaram redução de 1,19 log UFC g⁻¹ na população de *Listeria monocytogenes* em queijos frescos após armazenamento por 24 dias, em comparação ao controle. Mushtaq et al (2018) produziram filmes de zeína adicionados com diferentes concentrações (0, 25, 50 e 75 mg / ml de solução formadora de filme) de extrato de casca de romã. Os filmes contendo o extrato demonstraram atividade inibitória frente todas as cepas patogênicas testadas (*Escherchia coli*, *Pseudomonas perfringens*, *Micrococcus luteus*, *Enterococci faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris* e *Salmonella typhi*). Os filmes também inibiram os microrganismos deterioradores quando aplicados no Queijo Kalari (Queijo Fresco do Himalaia), os autores concluíram que a incorporação de resíduos de frutas como de casca de romã, ricos em polifenóis, no filme de zeína são alternativas promissoras para aumento da vida útil em queijos frescos.

Pires et al. (2008b) constataram eficácia de filmes incorporados com nisina e natamicina na inibição do crescimento de fungos filamentosos e leveduras em queijos. Seguindo essa perspectiva, Medeiros et al. (2016) avaliaram a eficiência antimicrobiana do óleo essencial de orégano, quando incorporados 50% em filmes de acetato de celulose para a conservação de

queijo Minas Frescal. Os autores constataram redução 1,4 ciclos log na contagem de *S. aureus* após 8 dias de estocagem a 7 °C. Nilva, Paula e Washington (2008) avaliaram filmes antimicrobianos incorporados com óleo essencial (OE) de orégano quanto à capacidade de controlar o crescimento de *Listeria innocua* “*in vitro*” e em contato com o queijo Minas frescal, e observaram que os filmes incorporados com diferentes concentrações do OE de orégano ocasionaram redução de 0,5 a 1,0 ciclo log em relação ao tratamento com filme controle (sem adição do antimicrobiano), indicando a sua eficiência em inibir o crescimento de *Listeria innocua* em queijo Minas frescal. Arbos et al. 2013, avaliaram as atividades antimicrobiana e antioxidante de extratos fenólicos obtidos da casca (FC) e amêndoa (FA) da manga variedade 'Tommy Atkins'. Os extratos FC e FA demonstraram relevante atividade antimicrobiana frente a *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, e *Pseudomonas aeruginosa*. Costa et al. (2014) elaboraram uma embalagem ativa com amido (4%) e glicerol (1,0%), reforçados com nanocristais de celulose (0–1%) e ativados com extratos alcoólicos de vermelho própolis (0,4 a 1,0%) Os filmes foram caracterizados por meio de análises de umidade, atividade de água e permeabilidade ao vapor de água e foram testados quanto aos compostos fenólicos totais e propriedades mecânicas. A eficácia antimicrobiana e antioxidante dos filmes foi avaliada por meio do monitoramento do uso dos filmes ativos para embalagem de queijo coalho e manteiga, respectivamente. Os nanocristais de celulose aumentaram a resistência mecânica dos filmes e reduziram a permeabilidade à água e a atividade da água e foi possível verificar inibição do crescimento de estafilococos coagulase-positiva em coalhada de queijo.

3.6 DESAFIOS DO USO DAS EMBALAGENS ATIVAS EM QUEIJOS FRESCOS

Mesmo com tendências e resultados promissores, ainda há uma série de limitações que precisam ser superadas para uso comercial mais difundido dessas embalagens ativas incorporadas com compostos bioativos na indústria de alimentos (REZAEIGOLESTANI et al., 2017).

Embora tenham mostrado resultados tão promissores quanto os aditivos aplicados diretamente aos alimentos, as embalagens ativas antimicrobianas ainda são pouco utilizadas no Brasil. Esse fato pode estar relacionado ao seu elevado custo, resistência dos consumidores e a um conhecimento prévio sobre o impacto que essas embalagens terão ambientalmente (MANIGLIA, 2017; BITTENCOURT, GRASSI, SCHÚ e NORA, 2020). Além disso, no Brasil, até o presente momento, ainda não há uma legislação específica sobre o uso de embalagens ativas, mas a sua produção deve ser considerada juntamente com a lista positiva de aditivos aprovados pela ANVISA (Resolução RDC nº17/2008) para materiais plásticos destinados à elaboração de embalagens e equipamentos em contato direto com alimentos (BRASIL, 2008).

Outro desafio na utilização de agentes ativos em escala industrial está relacionado a estrutura dos polímeros, pois a inserção de novos aditivos pode promover alterações na estrutura polimérica, levando à produção de polímeros com baixas características mecânicas e de barreira, dificultando assim, sua aplicabilidade (REZAEIGOLESTANI et al., 2017). Alves (2020), desenvolveu filmes com extrato de abricó e estes apresentaram menor carga máxima, resistência à tração e módulo de elasticidade quando comparado ao filme controle, tornando-os menos rígidos e mais espessos. Esses resultados sugerem que a adição de extrato bruto de abricó alterou a estrutura polimérica do filme tornando-o menos resistente, o que pode estar relacionado a aglomeração, recristalização e distribuição não uniforme do extrato na matriz polimérica, a interação entre o extrato bruto de abricó e o acetato de celulose (MORAES et al., 2007; FAWAL et al. 2020). Pereira (2017), avaliou filmes ativos de PVA/extrato bruto do farelo de cacau quanto a suas características a espessura, gramatura, permeabilidade e propriedades ópticas, as quais não foram influenciadas pela adição do extrato, contudo as propriedades mecânicas e as características de cor foram influenciadas. A adição do extrato de farelo da amêndoa do cacau contendo interferiu na resistência à tração dos filmes, apresentando assim maior resistência do que os filmes adicionados de um antioxidante sintético BHT. Reforçando então que a adição de aditivos pode influenciar nas propriedades mecânicas dos filmes quando comparadas aos filmes controles. Este mesmo autor avaliou a permeabilidade ao vapor d'água dos filmes, e constatou que a adição do extrato pode ou não interferir na permeabilidade ao vapor d'água, dependendo do percentual do extrato adicionado.

Além disso, embalagens ativas incorporadas com extratos vegetais com coloração intensa, podem alterar a cor natural dos produtos e afetar na aceitação. Siripatrawan e Vitchayakitti (2016) desenvolveram filmes ativos contendo extratos de própolis e constataram que quando comparados aos filmes controles, apresentaram coloração laranja mais profunda, proveniente da coloração forte do extrato de própolis. Essa alteração também foi observada por Ojagh et al. (2010) em filmes de quitosana contendo óleo essencial de canela demonstrando que o uso de extratos com tonalidades fortes é um fator que pode influenciar na aparência do produto final e na decisão de compra do consumidor.

Dessa maneira, é necessário avaliações mais abrangentes, que possam garantir que quaisquer materiais de embalagem desenvolvidos permaneçam intactos e funcionem sob a ampla gama de condições ambientais (SANI et al., 2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da importância sócio-econômica da produção de queijos frescos, bem como sua perecibilidade, torna-se necessária a utilização de novas tecnologias para aumento da vida útil e segurança do produto. Assim, os compostos fenólicos extraídos de frutas e hortaliças têm

elevado potencial de uso como agente antimicrobiano, atuando como conservantes naturais, sendo uma alternativa ao uso de compostos sintéticos pela indústria de alimentos visto que há uma demanda crescente dos consumidores por conservantes naturais de conservação de alimentos.

No entanto, estudos têm mostrado que a utilização desses extratos diretamente nos queijos pode implicar em alterações do produto final e na aceitação sensorial dos consumidores, o que torna essa aplicação inviável. Como alternativa, o uso de embalagens ativas como método adicional de conservação deste produto torna-se uma tecnologia em potencial, visto que os componentes ativos presentes serão liberados aos queijos gradativamente sendo capaz de manter a qualidade pelo tempo de armazenamento sem causar alterações significativas no sabor e textura do produto. Contudo, são tecnologias que demandam alto investimento e legislações a respeito de sua utilização.

REFERÊNCIAS

ABIQ - Associação Brasileira das Indústrias de Queijos. Consumo per capita de queijos no Brasil. Disponível em: < <https://www.abiq.com.br/index.asp>>. Acessado em 23 de fev de 2021.

ABLV - Associação Brasileira da Indústria de Láceos Longa Vida. Relatório Anual 2017. Disponível em: < <https://ablv.org.br>>. Acessado em: 11 de jan de 2022.

ABLV - Associação Brasileira da Indústria de Láceos Longa Vida. Relatório Anual 2019. Disponível em: < <https://ablv.org.br>>. Acessado em: 23 de fev de 2021.

ALLEBRANDT, Ricardo *et al.* Efeito do porta-enxerto sobre a concentração de compostos fenólicos em vinhos Cabernet Sauvignon e Merlot. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, Sc, v. 19, n. 4, p. 399-406, ago. 2020.

ALARCÓN, M. M. V. Efeito inibitório dos óleos essenciais no crescimento de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* em queijo ricota. 2007. 56p. Dissertação (Mestrado Microbiologia Agrícola)- Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais

ALVES, Juliana Josh Silva. Desenvolvimento de embalagem ativa antimicrobiana com a incorporação de extrato de abricó (*Mammea americana* L.). 2020.

ALVES MJ, FERREIRA IC, FROUFE HJ, ABREU RM, MARTINS A, PINTADO M. (2013). Antimicrobial activity of phenolic compounds identified in wild mushrooms, SAR analysis and docking studies. *Journal of Applied Microbiology*, 115(2): 346-357.

Arvanitoyannis, I. S., & Kotsanopoulos, K. V. (2013). Migration Phenomenon in Food Packaging. Food–Package Interactions, Mechanisms, Types of Migrants, Testing and Relative Legislation - A Review. *Food Bioprocess Technol.* Doi: 10.1007/s11947-013-1106-8.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. PORTARIA Nº 451, DE 19 DE SETEMBRO DE 1997. Disponível em:< http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/anexos/anexos_res0012_02_01_2001.pdf> Acessado em: 23 mar de 2021.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa Nº 60, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2019. Padrões microbiológicos de alimentos em sua aplicação.

ARAÚJO, Luís Otávio de. Embalagens ativas: síntese de filmes antimicrobianos à base de polietileno de baixa densidade e zeólita a contendo prata. 2019. 60 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em:

[https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/28406/1/Embalagensativassintese_Ara% c3% bajo_2019.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/28406/1/Embalagensativassintese_Ara%c3%bajo_2019.pdf). Acesso em: 21 set. 2021.

ARBOS, Kettelin Aparecida; STEVANI, Pamela Caroline; CASTANHA, Raquel de Fátima. Atividade antimicrobiana, antioxidante e teor de compostos fenólicos em casca e amêndoa de frutos de manga. *Revista Ceres*, [S.L.], v. 60, n. 2, p. 161-165, abr. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2013000200003>.

BITTENCOURT, Vitória Rodrigues; GRASSI, Laura Inês; SCHÖ, Andressa Inês; NORA, Flávia Michelin Dalla. Embalagens ativas como novas abordagens sustentáveis e ambientalmente corretas. *Editora Científica*, Santa Maria, v. 9, p. 217-232, nov. 2020.

BOLUMAR, T., Andersen, M. L., & Orlien, V. (2011). Antioxidant active packaging for chicken meat processed by high pressure treatment. *Food Chemistry*, 129(4), 1406–1412.

BRASIL. Instrução Normativa nº 4 de 1 de março de 2004. Regulamento Técnico Para Fixação de Identidade e Qualidade do Queijo Minas Frescal. Brasília, DF, 01 mar. 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 10 jan. 2001.

BRASIL Dairy Trends 2020: Tendências do Mercado de Produtos Lácteos. Campinas - SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos - Ital, 2020. 343 p. Disponível em: <http://www.brasildairyrends.com.br/2/>. Acesso em: 23 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 53, de 29 de dezembro de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do queijo petit-suisse. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 04 jan. 2001. Seção 1, p. 3

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Objetivo de fixar a identidade e os requisitos mínimos de qualidade que deverão possuir os queijos, com exceção dos Queijos Fundidos, Ralados, em Pó e Requeijão.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 71, de 24 de Julho de 2020: Dispõe sobre a identidade e os requisitos de qualidade, que deve apresentar o produto denominado cream cheese. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 29 jul. 2020. ed. 144. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº17, de 17 de março de 2008. Dispõe sobre Regulamento Técnico sobre Lista positiva de aditivos para materiais plásticos destinados à elaboração de embalagens e equipamentos em contato com alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 1 de março de 2004. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília.

BRAVO, Laura. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional

Significance. *Nutrition Reviews*, [S.I], v. 56, n. 11, p. 317-333, nov. 1998.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *Int. J. Food Microbiol.*, v. 94, p. 223-253, 2004.

BRUSH, Larry M.. Infecções estafilocócicas. 2019. Manual MSD - Versão para profissionais da saúde. Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/pt-br/profissional/doen%C3%A7as-infecciosas/cocos-gram-positivos/infec%C3%A7%C3%B5es-estafiloc%C3%B3cicas>. Acesso em: 23 mar. 2021.

CALEJA, Cristina et al. Desenvolvimento de um alimento lácteo funcional: Explorando os efeitos bioativos e de preservação da camomila (*Matricaria recutita* L.). *Journal of Functional foods*, v. 16, p. 114-124, 2015.

CARVALHO, Franciele Mendes De; MARTINS, Jessica Tatiana Aparecida; LIMA, Emília Maria França; SANTOS, Hellen Vidal ; PEREIRA, Patrícia Aparecida Pimenta ; PINTO, Uelinton Manoel ; CUNHA, Luciana Rodrigues Da . Pitanga And Grumixama Extracts: Antioxidant And Antimicrobial Activities And Incorporation Into Cellulosic Films Against *Staphylococcus Aureus*. *Research, Society And Development*, V. 9, P. E1759119362, 2020.

CAROLINE ROCHA RIBAS, Jessyca. Desenvolvimento de queijo tipo frescal de leite de búfala enriquecido com manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). Orientador: Prof.^a Dr.^a Lúcia Maria Zeoula. 2017. 75 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá - PR, 2017.

COSTA, Samantha Serra et al. Bi-functional biobased packing of the cassava starch, glycerol, licuri nanocellulose and red propolis. *PloS one*, v. 9, p. e112554, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112554>

COSTA, Winnie Miranda. Qualidade microbiológica de queijo cream cheese comercializados no Brasil: Uma Revisão Sistemática. 2021. 22 f. TCC (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, Gama, 2021.

COMITÊ BRASILEIRO FIL/IDF - Análise de Dados Econômicos do Setor Lácteo no Mundo e no Brasil, 2019 <https://filbrasil.org.br/wp-content/uploads/2019/02/Dados-Econ%C3%B4micos.pdf>. Acessado em 10 de jan de 2022.

CUSHNIE TPT, LAMB AJ. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26: 343-356.

DIAS, Marali V.; SOARES, Nilda de F. F.; BORGES, Soraia V.; SILVA, Washington A. da; PIRES, Ana Clarissa S.. EFICIÊNCIA ANTIMICROBIANA DE FILMES DE BASE CELULÓSICA E NANOCOMPOSTO. 2009. 8 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

DREBES, Tainá. Toxina estafilocócica. 2021. Disponível em: <https://www.univates.br/unianalises/noticia/30005-toxina-estafilococica>. Acesso em: 28 out. 2021.

DOURADO, M. T. Óleos essenciais e oleoresina da pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi): propriedades químicas e biológicas. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Anuário leite 2018. Disponível em: . Acessado em: 11 de jan de 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Queijo minas artesanal agrega tradição cultural e valor para os produtores de leite. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/35193841/queijo-minas-artesanal-agrega-tradicao-cultural-e-valor-para-os-produtores-de-leite>>. Acesso em: 22 fev. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Anuário leite 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite>>. Acessado em: 22 fev. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Anuário leite 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite>>. Acessado em: 06 dez. 2021.

FAWAL, G. E., HONG, H., SONG, X., WU, J., SUN, M., HE, C., MO, X., JIANG, Y., WANG, H. (2020). Fabrication of antimicrobial films based on hydroxyethyl cellulose and ZnO for food packaging application. *Food Packaging and Shelf Life*, v.23, 100462.

FERNANDES, A. M., ANDREATTA, E., & OLIVEIRA, C. A. F. de. (2006). Ocorrência de bactérias patogênicas em queijos no Brasil: questão de Saúde Pública. *Revista Higiene Alimentar*, 20(144), 54-56.

FERREIRA, G. B. et al. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* em queijos tipo “Minas frescal” comercializados na região do Triângulo Mineiro. *Revista Baiana de Saúde Pública*, v. 34, n. 3, p. 575-589, 2010.

FERREIRA, Márcia Pires Fortes. Embalagens Ativas para Alimentos: caracterização e propriedades. 2012. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FIB - Food Ingredients Brasil. Dossiê conservantes: Conservantes. *Food Ingredients Brasil*, n. 18, p. 29-51, 2011b.

FRANCO, B.D.G. de M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.

FURTADO, M.M. Principais problemas dos queijos: causas e prevenção. São Paulo: Fonte Comunicação e Editora, p. 200, 2005.

GARZÓN, G. A., Soto, C. Y., López-R, M., Riedl, K. M., Browmiller, C. R., & Howard, L. (2020). Phenolic profile, in vitro antimicrobial activity and antioxidant capacity of *Vaccinium meridionale* Swartz pomace. *Heliyon*, 6 (5), e03845. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03845

GOUVEA, FDS; Rosenthal, A .; Ferreira, EHDR Extrato vegetal e óleos essenciais adicionados como antimicrobianos aos queijos: Uma revisão. *Ciênc. Rural* 2017 , 47 , 1-9.

JOLY, Luís. Quais são os principais tipos de queijo produzidos no Brasil?: ?. In: JOSY, Luís. *Quais são os principais tipos de queijo produzidos no Brasil?* ed. São Paulo: Super interessante, 4 jul. 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quais-sao-os-principais-tipos-de-queijo-produzidos-no-brasil/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

JOSIPOVIĆ, Renata et al. Improved properties and microbiological safety of novel cottage cheese containing spices. *Food technology and biotechnology*, v. 53, n. 4, p. 454-462, 2015.

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*, Campinas Verde, v. 17, n. 3, p. 317-323, 2015.

HENNEKINNE, J.-A.; BUYSER, M.-L.; DRAGACCI, S. Staphylococcus aureus and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation. *FEMS Microbiology Reviews*. v.36, n.4, p.815-836, 2012.

Instituto Adolfo Lutz. (2008). Capítulo XIV, Embalagens e Equipamentos em contato com alimentos. In: *Métodos Físicos Químicos para análises de alimentos*, 1ª ed. São Paulo.

JAY, J. M. *Microbiologia de Alimentos*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 712p

KHANEGHAH, A. M.; HASHEMI, S. M. B.; LIMBO, S. Antimicrobial agents and packaging systems in antimicrobial active food packaging: An overview of approaches and interactions. *Food and Bioproducts Processing*, v. 111, p. 1–19, set. 2018.

KIM, N.H.; YUN, A.-R.; RHEE, M.S. Prevalence and classification of toxigenic *Staphylococcus aureus* isolated from refrigerated ready-to-eat foods (sushi, kimbab and California rolls) in Korea. *Journal of Applied Microbiology*. v.111, n.6, p.1456-1464, 2011

KOPPEL, K.; CHAMBERS, E. IV.; VÁZQUEZ-ARAÚJO, L.; TIMBERG, L., CARBONELL-BARRCHINA, A. A.; SUWONSICHON, S. Cross-country comparison of pomegranate juice acceptance in Estonia, Spain, Thailand, and United States. *Food Quality and Preference*, v. 31, p. 116-123, 2014

LÁCTEOS: Produção brasileira crescerá 2% em 2020, estima USDA. 2019. Sistema Ocepar. Disponível em: <http://www.paranacooperativo.coop.br/ppc/index.php/sistema-ocepar/comunicacao/2011-12-07-11-06-29/ultimas-noticias/125037-lacteos-producao-brasileira-crescera-2-em-2020-estima-usda#:~:text=Queijo%20%2D%20A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20queijo,toneladas%2C%20alta%20de%202%25..> Acesso em: 23 mar. 2021.

LIMA, LUIZ PAULO DE; PEREZ, RONALDO; CHAVES, JOSÉ BENÍCIO PAES. A indústria de laticínios no Brasil—Um estudo exploratório. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 35, n. 1, 2017.

MACHADO, Whallans Raphael Couto et al. Incorporação de compostos fenólicos em produtos alimentícios: uma revisão. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 46470-46499, 2021.

MARTILLANES, Sara et al. Application of phenolic compounds for food preservation: Food additive and active packaging. *Phenolic compounds—Biological activity*. London, UK: IntechOpen, p. 39-58, 2017.

MERCADO GLOBAL DE QUEIJOS BATE RECORDE EM 2019. Equipe Canal do Leite, 10 set. 2020. Disponível em: <https://canaldoleite.com/noticias/mercado-global-de-queijos-bate-recorde-em-2019/>. Acesso em: 20 nov. 2021.

MEDEIROS, E.A.A.; CARDOSO, R.R.; BOGGIONE, D.M.G.; ALVES, R.B.T.; ÂNGULO, J.D.V.; SOARES, N.F.F.. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE FILME DE ACETATO DE CELULOSE INCORPORADO COM ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO (*Origanum vulgare* L.) EM QUEIJO MINAS FRESCAL. 2016. 6 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

MELO, E. A.; GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. *Bol. SBCTA*, v. 36, n.1, p. 1-11, jan./jun. 2002.

MILKPOINT. Coliformes em queijo Minas Frescal: causas e prevenção. 2021. Disponível em:

<<https://www.milkpoint.com.br/colunas/lipaufv/coliformes-em-queijo-minas-frescal-causas-e-prevencao-223967/>>. Acesso em: 22 fev. 2021.

MILKPOINT. O consumo de queijos pelos brasileiros. 2021. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/kennya-siqueira/o-consumo-de-queijos-pelos-brasileiros-225212/>>. Acesso em: 14 dez. 2021.

MILITELLO, M. et al. Chemical Composition and Antibacterial Potential of *Artemisia arborescens* L. Essential Oil. *Current Microbiology*, [s.l.], v. 62, n. 4, p.1274-1281, 25 dez. 2010.

MORAES, A. R. F.; GOUVEIA, L. E. R.; SOARES, N. F. F.; SANTOS, M. M. S.; GONÇALVES, M. P. J. C.(2007). Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano na conservação de manteiga. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27, p. 33-36

MOURA, C. Potencial antioxidante de extratos hidroalcoólicos de mirtilo, polpa de açaí e goji berry: efeito na estabilidade oxidativa e sensorial em queijo petit suisse. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, p. 108, 2016.

MUSHTAQ, Mehvesh et al. O uso de extrato de casca de romã incorporou filme de zeína com propriedades aprimoradas para prolongar a vida útil de queijo fresco do Himalaia (Kalari / kradi). *Innovative Food Science & Emerging Technologies* , v. 48, p. 25-32, 2018.

NATARO Jp, KAPER Jb. Diarrheagenic *Escherichia coli* [published correction appears in *Clin Microbiol Rev* 1998 Apr;11(2):403]. *Clin Microbiol Rev*. 1998;11(1):142-201.

OLIVEIRA, M. S.; DORS, G. C.; SOUZA-SOARES, L. A.; BADIALE-FURLONG, E. Atividade antioxidante e antifúngica de extratos vegetais. *Alimentação e Nutrição*, v. 18, p. 267-275, 2007.

OLIVEIRA, T.L.C. et al. Natural antimicrobials as additional hurdles to preservation of foods by high pressure processing. *Trends in Food Science & Technology*, v.45, n.1, p.60-85, 2015. Available from: . Accessed: Oct. 02, 2015. doi:10.1016/j.tifs.2015.05.007.

OKURA, M. H.; MARIN, J. M. Survey of Minas frescal cheese from Southwest Minas Gerais for virulence factors and antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolates. *Ciência Rural*, v. 44, n. 8, p. 1506-1511, 2014

PANETO, B. R., Schocken-Iturrino, R. P., Macedo, C., Santo, E., & Marin, J. M. (2007). Occurrence of toxigenic *Escherichia coli* in raw milk cheese in Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(2), 508-512.

PASSOS, A. D. et al. Avaliação microbiológica de queijos Minas Frescal comercializados nas cidades de Arapongas e Londrina – PR. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, n. 369, p. 48-54, 2009.

PEREIRA, Luíza Carla Lavinsky. DESENVOLVIMENTO DE FILMES ATIVOS ANTIOXIDANTES DE PVA INCORPORADO COM EXTRATO DO FARELO DA AMÊNDOA DE CACAU. 2017. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA.

PETKOSKA, Anka Trajkovska et al. Edible packaging: sustainable solutions and novel trends in food packaging. *Food Research International*, v. 140, p. 109981, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109981>.

- PIGATTO, C. P. et al. Viabilidade de *Escherichia coli* produtora de toxina shiga (stec) não-O157 em queijo tipo minas frescal. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 663-668, 2009.
- PINTO, F. G. S. et al. Qualidade microbiológica de queijo minas frescal comercializado no município de Santa Helena, PR, BRASIL. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 78, n. 2, p. 191-198, 2011.
- POSSETTI, Taila. Desenvolvimento de Queijo Minas Frescal acrescido de amêndoa e casca de manga (*Mangifera indica* L.). 2017. 53 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Inovação Tecnológica, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2017.
- PRUDENCIO, I. D. et al. Petit-suisse manufactured with cheese whey retentate and application of betalains and anthocyanins. *Elsevier*, Florianópolis, n. 41, p. 905-910, mai. 2008.
- PRESENTE, Joelmir Grassi; FRAGA, Hemilim Barbosa de; SCHMIDT, Cristiano Gautério. ACEITAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE QUEIJOS FRESCOS ELABORADOS COM ÓLEOS ESSENCIAIS. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, [S.L.], v. 71, n. 3, p. 153, 31 ago. 2016. *Lepidus Tecnologia*. <http://dx.doi.org/10.14295/2238-6416.v71i3.531>.
- QUINTAVALLA, Stefania. *Ciência da Carne: embalagem de alimentos antimicrobianos na indústria de carne*. 3. ed. Austrália: Professor David Hopkins, Phd, 2002. 62 v.
- REZAEIGOLESTANI, Mohammadreza et al. Antimicrobial evaluation of novel poly-lactic acid-based nanocomposites incorporated with bioactive compounds in-vitro and in refrigerated vacuum-packed cooked sausages. *International Journal of Food Microbiology*, v. 260, p. 1-10, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.08.006>.
- ROBERT, Noely Forlin. FABRICAÇÃO DE QUEIJOS ESPECIAIS A PARTIR DO LEITE DE VACA. Rio de Janeiro: Redetec Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007.
- ROSSETO, Marieli; RIGUETO, Cesar Vinicius Toniciolli; DETTMER, Aline; LOSS, Raquel Aparecida; PIZZUTTI, Ionara Regina; RICHARDS, Neila Silvia Pereira dos Santos. Adição de compostos bioativos em embalagens alimentícias ativas e inteligentes: tendências, avanços e desafios. *Compostos Bioativos e Suas Aplicações*, [S.L.], p. 252-280, jan. 2021. Mérida Publishers. <http://dx.doi.org/10.4322/mp.978-65-994457-7-4.c12>.
- ROSSI, Marcelo. Desenvolvimento do Processo de Cultivo de *Escherichia coli* RR1. 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Departamento de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-17092002-114451/publico/rossi2001.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.
- ROMANI, Viviane Patrícia. DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGEM ATIVA UTILIZANDO MATÉRIAS PRIMAS RENOVÁVEIS. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande - Rs, 2015. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/9007/Viviane%20Patr%C3%ADcia%20Romani.pdf?sequence=1>. Acesso em: 05 mar. 2021.
- ROSSA, U. B. Produtividade e compostos foliares de erva-mate sob efeitos de luminosidade e fertilização. 2013, 208f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)– Universidade Federal do Paraná, Curitiba
- SALEH, Mariana Marques *et al.* Avaliação microbiológica de queijo Minas Frescal

comercializado no município de Duque de Caxias/RJ. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, [S.I], v. 13, n. 1, p. 78-88, mar. 2019.

SARAIVA, B.R. *et al.* QUEIJO FRESCAL ENRIQUECIDO COM ERVA MATE (*Ilex paraguariensis*). 2016. 6 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Estadual de Maringá, Gramado/RS, 2016.

SANTANA, E. H. W. *et al.* Estafilococos em alimentos. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 77, n. 3, p. 545-554, 2010.

SANI, Mahmood Alizadeh *et al.* Recent Advances in the Development of Smart and Active Biodegradable Packaging Materials. *Nanomaterials*, v. 11, p. 1331, 2021. <http://dx.doi.org/10.3390/nano11051331>.

SANTOS, C. A. ; ALMEIDA, FELIPE ALVES DE ; Quecán, Beatriz Ximena Valencia ; PEREIRA, P. A. P. ; GANDRA, K. M. B. ; CUNHA, L. R. ; PINTO, U. M. . Bioactive properties of *Syzygium cumini* (L.) Skeels pulp and seed phenolic extracts. *Frontiers in Microbiology*, v. 11, p. 990, 2020.

SARANTÓPOULOS, Claire; COFCEWICZ, Luisa Sartori. Embalagens Ativas para Produtos Perecíveis. *Cetea/Ital.* [S.I], p. 1-12. set. 2016. Disponível em: http://www.ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v28n3/artigos/v28n3_artigo3.pdf. Acesso em: 23 fev. 2021.

Secretaria de Agricultura e Pecuária. PORTARIA Nº 352, DE 4 DE SETEMBRO DE 1997. Disponível em <<https://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/legislacoes/portaria-ma-352-de-04-09-1997,644.html>> acessado em 27 de março de 2021

SILVA, I. D. L. DESENVOLVIMENTO DE FILME ATIVO ANTIMICROBIANO DE PHB/PEG INCORPORADO COM ÓLEO ESSENCIAL DE *Eugenia caryophyllata*. 2017. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência de Materiais, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017

SIKKEMA, J.; DE BONT, J.A.M.; POOLMAN, B. Mechanism of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiol. Rev.*, v. 59, p. 201-222, 1995.

SILVA, Edjânia Oliveira da. IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E CULTURAL DA PRODUÇÃO DE QUEIJO ARTESANAL PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL EM NOSSA SENHORA DA GLÓRIA – SE. 2016. 64 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia de Laticínios, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sergipe Campus Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora da Glória – Se, 2016. Disponível em: https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/228/3/TCC_%20Edj%c3%a2nia_Franciaele_Laticinios_Import%c3%a2ncia_socioeconomica.pdf. Acesso em: 22 fev. 2021.

Siripatrawan, U., & Vitchayakitti, W. (2016). Improving functional properties of chitosan films as active food packaging by incorporating with propolis. *Food Hydrocolloids*, 61, 695–702.

SIQUEIRA, Kenya; SCHETTINO, João Pedro Junqueira. O consumo de queijos pelos brasileiros. 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/kennya-siqueira/o-consumo-de-queijos-pelos-brasileiros-225212/>. Acesso em: 21 out. 2021.

S.M. Ojagh, M. Rezaei, S.H. Razavi, S.M.H. Hosseini. Development and evaluation of a novel biodegradable film made from chitosan and cinnamon essential oil with low affinity toward water. *Food Chemistry*, 122 (1) (2010), pp. 161-166

SOARES, Nilda de Fátima Ferreira *et al.* Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens

de alimentos. Revista Ceres, Viçosa Mg, v. 56, n. 4, p. 371-372, jun. 2009.

SOUZA, I.A. de; GIOVANNETTI, A.C.s.; SANTOS, L.G.F.; GANDRA, S.O. da S.; RAMOS, A. de L.s.; MARTINS, M.L.; BENEVENUTO, W.C.A. do N.. OCORRÊNCIA DE *Escherichia coli* EM QUEIJO MINAS FRESCAL COMERCIALIZADO NA ZONA DA MATA MINEIRA. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Gramado, Rs. 2016. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/xxvcbeta/anais/files/271.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

SOUZA, Iury Antônio de *et al.* QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE QUEIJO MINAS FRESCAL COMERCIALIZADO NA ZONA DA MATA MINEIRA. Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora - Mg, v. 72, n. 3, p. 153-159, set. 2017.

SOUZA, Victor Gomes Lauriano de. Desenvolvimento de bio-nanocompósitos de quitosano / montmorilonite incorporados com extratos naturais como embalagens ativas para alimentos. 2018. 203 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Qualidade Alimentar, Universidade Nova de Lisboa, 2018.

SOTO, Elizabeth Pérez; GALINDO, Antonio de Jesús Cenobio; MANZANO, Salvador Omar Espino; FERNÁNDEZ, Melitón Jesús Franco; URQUIZO, Fanny Emma Ludeña; ALVARADO, Rubén Jiménez; VÉLAZQUEZ, Andrea Paloma Zepeda; MONTIEL, Rafael Germán Campos. The Addition of Microencapsulated or Nanoemulsified Bioactive Compounds Influences the Antioxidant and Antimicrobial Activities of a Fresh Cheese. *Molecules*, México, p. 1-18, 9 abr. 2021.

TORTORA, G. J., FUNKE, B. R., CASE, C. L. *Microbiologia*. 10. ed., Porto Alegre: Artmed, 2012. 964p.

ULLOA, Pablo *et al.* Development of poly (lactic acid) films with propolis as a source of active compounds: Biodegradability, physical, and functional properties. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 136, no 8, p. 47090, 2019. <https://doi.org/10.1002/app.47090>.

VERRUCK, Silvani; SILVEIRA, Sheila Mello. COMPOSTOS BIOATIVOS COM CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E ANTIMICROBIANA EM FRUTAS. Florianópolis: Csbea, v. 3, n. 111, 29 nov. 2018.

VIERA, Vanessa Bordin; PIOVESAN, Natiéli. *Inovação em ciência e tecnologia de alimentos*. Ponta Grossa, Pr: Atena Editora, 2019. 1 v.

VINHA, M.B.; PINTO, C.L.O.; SOUZA, M.R.M.; CHAVES, J.B.P. Qualidade de queijos minas frescal produzidos e comercializados informalmente em agroindústrias familiares. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, [S.I], v. 6, n. 4, p. 51-60, dez. 2016.

YANG, So - Young *et al.* Utilização de filme de amido de milho incorporado com óleo de folha de cravo para o envase de queijo queso blanco como alimento modelo. *Starch-Stärke*, v. 70, n. 3-4, pág. 1700171, 2018.

ZEHETMEYER, G. Desenvolvimento e caracterização de embalagens ativas compostas de PBAT com incorporação de nisina. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.