

EMBALAGENS ATIVAS NA CONSERVAÇÃO DE QUEIJO COALHO: UMA ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA

Renata Cristina Borges da Silva Macedo¹
Bárbara Camila Firmino Freire²
Leônia Régia Costa da Silva³
Karoline Mikaelle de Paiva Soares⁴

RESUMO: O queijo de coalho consiste em um produto com considerável relevância econômica e social à região nordeste do Brasil. No entanto, a falta de padronização das boas práticas de fabricação junto às particularidades do produto faz deste um alimento de extrema perecibilidade. Os principais métodos de conservação de queijo coalho estão associados à utilização de polímeros sintéticos não biodegradáveis, acarretando em sérios problemas ambientais. Com o intuito de aumentar a vida de prateleira do queijo coalho utilizando-se de embalagens ativas ecologicamente corretas, objetivou-se com o trabalho realizar um levantamento bibliográfico acerca dos principais fatores que influenciam nos parâmetros qualitativos do queijo de coalho, bem como uma revisão acerca de embalagens ativas utilizadas para a conservação deste produto. Foram realizadas pesquisas bibliográficas em bancos de dados *on-line* para o levantamento das principais variáveis que envolvem os aspectos da qualidade do queijo de coalho e da influência de micro-organismos no tempo de vida útil deste alimento. A utilização de coberturas comestíveis derivadas de polímeros naturais para a conservação de queijo coalho surge como uma alternativa viável e promissora na conservação deste produto frente à substituição parcial/total de plásticos sintéticos e conservantes químicos.

Palavras-chave: Conservação de alimentos, Polímeros naturais, Coberturas comestíveis, Produto lácteo.

INTRODUÇÃO

O queijo coalho é um alimento de origem animal amplamente comercializado no Brasil e que possui alto valor nutricional e biológico, rico em cálcio, vitaminas, fósforo, zinco, entre outros compostos, tendo expressivo impacto social e econômico nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Ceará (NASSU; MACEDO; LIMA, 2006; FREITAS FILHO et al., 2009). É um produto típico da região do nordeste do Brasil, aos quais

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - RN, rehmacedo@hotmail.com;

² Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - RN, bcamila.ffreire@gmail.com;

³ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Produção Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - RN, leoniaregia@gmail.com;

⁴ Professora orientadora: Professora Adjunta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - RN, karolinesoares@ufersa.edu.br.

as técnicas de produção estão associadas às tradições e caracterizadas de acordo com os que o produzem (SOUSA et al., 2014). Estima-se que aproximadamente 85% da produção de queijo de coalho se dê através do uso de matéria-prima sem que haja o cozimento, resultando em um produto que não atende às diretrizes higiênico-sanitárias em vigor, além de ser um alimento altamente manipulado durante todo o processamento, o que pode ocasionar em doenças para a população e conseqüentemente se tornar um problema de saúde pública (BARROS et al., 2019).

Existe uma crescente necessidade da diversificação de materiais utilizados para a elaboração de embalagens, uma vez que o desenvolvimento tecnológico pode proporcionar boas perspectivas ao consumidor quanto à saúde, disponibilidade do produto, segurança alimentar, bem como visibilidade para as questões relacionadas ao ambiente (BITENCOURT, 2013; CARISSIMI, 2017). Os principais métodos de conservação estão relacionados com o emprego de temperaturas refrigeradas e o uso de embalagens e conservantes oriundos de produtos químicos. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) entende-se por embalagem todo objeto que esteja em contato direto com o alimento, desde o à fabricação até a entrega final ao consumidor, com o intuito de armazená-lo, contê-lo de agentes externos e protegê-lo de possíveis contaminações, adulterações e alterações alimentares (BRASIL, 2001). Os filmes e coberturas comestíveis derivados de polímeros naturais tem se tornado cada vez mais presentes na comunidade científica, podendo destacar os polímeros polissacarídicos, sendo estes facilmente adquiridos e geralmente são provenientes de vegetais ou algas marinhas (MORETTO et al., 2008).

Diversas substâncias podem ser acrescentadas às embalagens com o intuito de maximizar propriedades específicas, dando enfoque assim para os sistemas de embalagens com ação antimicrobiana e antioxidante através da adição de compostos ativos naturais, pois auxiliam na inibição do crescimento microbiano, apresentando assim grande importância para a indústria alimentícia (FANG et al., 2017).

Tendo em vista a importância comercial do queijo de coalho e a necessidade do desenvolvimento de novas pesquisas que abranjam a substituição parcial/total de embalagens sintéticas no mercado da indústria alimentícia, objetivou-se com o trabalho realizar um levantamento bibliográfico acerca dos principais fatores que influenciam nos parâmetros qualitativos do queijo de coalho, bem como a influência de embalagens ativas e coberturas comestíveis na conservação deste produto.

METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas bibliográficas em bancos de dados *on-line* para o levantamento das principais variáveis que envolvem os aspectos da qualidade do queijo de coalho, da influência de micro-organismos no tempo de vida útil deste alimento, como também os principais fatores que envolvem a utilização de coberturas comestíveis na conservação do produto. Os sites utilizados para a realização das pesquisas foram Google Acadêmico, PubMed e *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*. As principais palavras-chave utilizadas para a realização das buscas acadêmicas acerca dos temas envolvidos no presente trabalho foram: Queijo coalho, Coberturas comestíveis, Conservação de alimentos e Polímeros naturais. A apresentação dos resultados seguiu a forma de revisão bibliográfica com os pontos mais relevantes do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A deterioração dos alimentos representa um dos principais problemas enfrentados pela indústria alimentícia, ocasionando em perdas econômicas para os diversos setores envolvidas na cadeia produtiva e consumidora (MADIGAN et al., 2010). A maioria dos produtos alimentícios concedem condições apropriadas para o crescimento de micro-organismos e as fontes contaminantes podem ser das mais diversificadas (FRANCO; LANDGRAF, 2008), abrindo vertentes para a comunidade científica explorar novas propostas para o engrandecimento de tecnologias que auxiliem no processo de conservação alimentar. Os filmes e coberturas comestíveis tem se destacado na comunidade científica, uma vez que possuem propriedades que permitem a flexibilidade e utilização nos mais variados tipos de alimentos (PREEDY, 2016), abrindo vertentes para o desenvolvimento sustentável de embalagens ativas na conservação de queijo coalho, maximizando a vida útil e a conservação deste alimento

Habitualmente, os principais materiais utilizados para a confecção de embalagens são metais, papel, vidro e plástico, sendo este último o mais utilizado em consequência de suas propriedades estéticas e mecânicas, além de baixo custo (GÓMEZ; MICHEL JR, 2013). De acordo com a associação Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) no ano de 2011 cerca de 21,5% dos materiais plásticos produzidos no Brasil foram reciclados, o que representa aproximadamente 953 mil toneladas por ano (CEMPRE, 2019). Contudo, apesar de

haver uma redução da disponibilidade dos plásticos na natureza decorrentes dos processos de reciclagem, os polímeros sintéticos não são biodegradáveis, são hidrofóbicos, permanecendo assim por muitos anos no ambiente e conseqüentemente criando graves impactos na natureza (VARGAS et al., 2008).

Os impactos gerados no ambiente e a conscientização ecológica sobre o uso de materiais sintéticos para a elaboração de embalagens têm incentivado o desenvolvimento de produtos biodegradáveis, uma vez que os polímeros sintéticos são derivados de hidrocarbonetos capazes de perdurarem por longos anos na natureza, sendo que estes materiais não são biodegradáveis (ROCHA et al., 2014). Frente à perspectiva do uso de materiais ambientalmente mais aceitos e da conscientização dos consumidores acerca dos problemas ambientais gerados pelos plásticos, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de encontrar alternativas viáveis para o desenvolvimento de embalagens biodegradáveis para a conservação de alimentos.

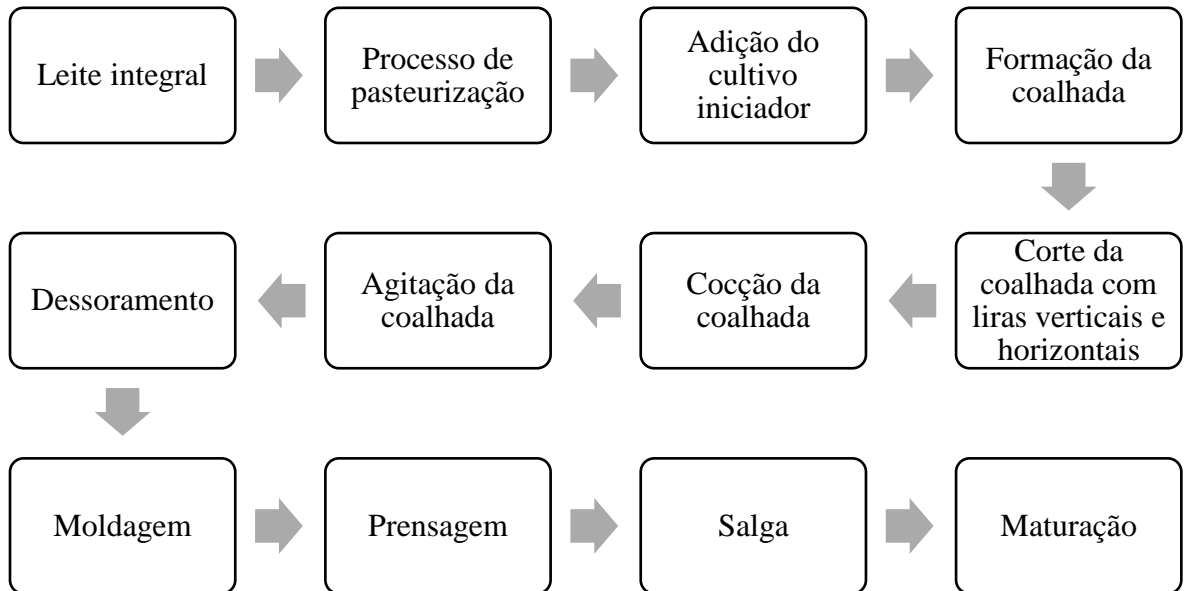
QUEIJO: CARACTERÍSTICAS GERAIS

O leite é um alimento de grande importância para o homem em virtude dos seus valores nutricionais, como fonte de lipídios, vitaminas, minerais e carboidratos (MULINARI; ROSOLEN; ADAMI, 2017). Dentre os principais produtos derivados do leite, pode-se citar o queijo, alimento este elaborado com as mais diversas formulações e suas características sensoriais vai depender diretamente com o tipo de preparo e as metodologias utilizadas (MEDEIROS JÚNIOR et al., 2019). Segundo Ordóñez et al. (2005) o queijo pode ser definido como uma coalhada resultante da coagulação do leite de alguns mamíferos e que, para tal, é necessária a adição de enzimas coagulantes ou coalho e/ou pela ação de micro-organismos produtores de ácido láctico presentes no leite ou adicionados intencionalmente a este.

De acordo com Malajovich (2012) todos os tipos de queijo passam por três etapas principais: a coagulação do leite, dessoramento e o processo de maturação, aos quais as variações durante a cadeia produtiva pode resultar em mais de 400 tipos diferentes de queijo, onde estas variações podem estar associadas ao tipo de leite (cabra, ovelha, vaca ou búfala), a umidade e a consistência (mole, semiduro, duro e muito duro) e o agente de coagulação (emprego do calor, enzimas e/ou bactérias lácticas). Geralmente utiliza-se leite de vaca para a produção de queijos, aos quais podem ser elaborados os mais diversificados produtos (ORDÓNEZ et al., 2005; ABIQ, 2019).

A figura 1 esboça o processo geral da produção de queijos, segundo às especificações de Ordóñez et al. (2005):

Figura 1. Processo simplificado da elaboração de queijos.



Fonte: Ordóñez et al. (2005).

Após a escolha do leite de boa qualidade, poderá haver o processo de pasteurização, que constitui em um tratamento térmico com o intuito de destruir os micro-organismos patogênicos presentes no leite; dessa forma também, há a destruição de bactérias lácticas dispostas de modo natural na matéria-prima, sendo necessário adicionar bactérias lácticas para dar continuidade às etapas posteriores da produção do queijo. Essas bactérias utilizam-se do açúcar presente no leite (lactose) para suprir as necessidades metabólicas, fazendo com que haja a produção de ácido láctico e, em decorrência do acúmulo desse ácido, a caseína (proteína principal do leite) coagula no seu ponto isoelétrico, em pH aproximado de 4,6, resultando em um gel gorduroso (ORDÓNEZ et al., 2005; DE PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009). A formação da coalhada poderá ser obtida tanto pela acidificação do ácido láctico promovido pelas bactérias lácticas (coagulação láctica) quanto pela atividade do coalho (coagulação enzimática). O processo de corte da coalhada se dará em função do tipo de coagulação a ser utilizado, uma vez que a coagulação láctica promove queijos mais moles e a coagulação enzimática resulta em queijos mais duros. A posteriori, as etapas de cocção e agitação contribuem para o dessoramento, onde ocorre a separação do soro do leite da massa resultante, à qual seguirá para o processo de moldagem (de acordo com cada fabricante), prensagem (para drenar o soro retido e compactar a massa), a salga (maximizar o sabor e

impedir o crescimento de micro-organismos inconvenientes) e por fim, o processo de maturação, que vai depender diretamente das características físico-químicas inerentes de cada tipo de queijo (ORDÓNEZ et al., 2005).

QUEIJO COALHO

O queijo de coalho é um produto que pode ser obtido através da coagulação do leite com a utilização de enzimas e/ou coalho apropriados para este fim, com características de umidade entre média e alta, comercializado em cerca de 10 dias após o processo de fabricação (MEDEIROS JÚNIOR et al., 2019). Suas características principais estão associadas à resistência ao calor, sabor salgado e levemente ácido (SILVA et al., 2017). É um produto típico da região Nordeste do Brasil, constituindo notável fonte de renda para as famílias que o produzem de forma artesanal, sendo considerado um patrimônio imaterial brasileiro (QUEIROGA et al., 2013; FREITAS; TRAVASSOS; MACIEL, 2013; MEDEIROS JÚNIOR et al., 2019). Por ser um alimento que apresenta uma taxa de umidade classificado entre média e alta umidade, além de ter uma vida de prateleira relativamente curta, se faz necessário desenvolver aplicações práticas que proporcionem o aumento da vida útil do produto e que preservem as qualidades inerentes do queijo (BRASIL, 2001; PAGANI et al., 2012).

Araújo e Pimentel (2017) descreveram de forma sucinta como ocorre a elaboração de queijo coalho de maneira artesanal, podendo descrever como: Inicialmente, há a medição da quantidade ideal de leite para a produção do queijo, bem como a coagem da matéria-prima. Em seguida, será aferida a temperatura (em torno de 35°C), para que ocorra a adição do coalho segundo às especificações de cada fabricante. A massa ficará em descanso por cerca de 40-60 minutos, onde haverá o corte da coalhada, seguida de mexedura e pré-cozimento da massa. As etapas seguintes consistem no processo de salga (para incorporação do sabor), enformagem (de acordo com cada produtor) e prensagem do queijo.

Apesar de ser um alimento amplamente consumido em várias regiões do Brasil, em especial a região nordeste, por muitas vezes o leite utilizado para a fabricação do produto se dá através de condições higiênico sanitárias insatisfatórias, onde esses fatores contribuem para a proliferação de micro-organismos, apresentando um risco em potencial para as chamadas doenças transmitidas por alimentos (SANTANA et al., 2008). Existem diversos problemas relacionados à qualidade do queijo, que podem estar associados ao alto nível de manipulação durante o processamento, a taxa de umidade elevado que pode favorecer o crescimento

microbiano, deficiência das boas práticas de fabricação, inviabilizando assim o consumo do produto que, por sua vez, estará contaminado (SILVA et al., 2017).

ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DOS ALIMENTOS

Os micro-organismos possuem grande importância nos alimentos, de forma a serem classificados de três maneiras distintas, segundo Franco e Landgraf (2008): a) micro-organismos deteriorantes, que utilizam o alimento como fonte de energia, resultando em alterações como odor, sabor, textura e demais características do alimento; b) micro-organismos patogênicos, causadores de doenças no homem como também nos animais; c) micro-organismos benéficos, que originam produtos decorrentes da atividade do micro-organismo sobre a matéria-prima utilizada.

A maioria dos alimentos possuem condições adequadas para o desenvolvimento da microbiota indesejada, e as fontes de contaminação são as mais diversas, podendo citar exemplos como a água, o trato intestinal do homem e dos animais, utensílios utilizados no preparo do alimento, bem como os manipuladores destes (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

A deterioração alimentar consiste em um dos principais problemas enfrentados pela indústria de alimentos, ocasionando em perdas econômicas para os setores de produção, distribuição e consumidor final, sendo que o potencial de deterioração do alimento vai depender diretamente do seu valor nutricional e da água disponível deste (MADIGAN et al., 2010). Na tabela 1 é possível observar os principais grupos microbianos deteriorantes de alimentos considerados perecíveis, de acordo com Madigan et al. (2010):

Tabela 1. Principais micro-organismos deteriorantes de alimentos perecíveis.

Tipo de alimento	Grupo microbiano	Alguns micro-organismos deteriorantes classificados por gênero
Frutas e legumes	Bactérias	<i>Erwinia, Pseudomonas, Corynebacterium</i>
	Fungos	<i>Aspergillus, Botrytis, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Rhizopus, entre outros</i>

Carnes frescas, frutos do mar e aves domésticas	Bactérias	<i>Acinobacter, Aeromonas, Pseudomonas, Micrococcus, Flavobacterium, Proteus, Salmonella, Escherichia, Campylobacter, Listeria</i>
	Fungos	<i>Cladosporium, Mucor, Sporotrichium, Candida, Torula, Penicillium</i>
Leite	Bactérias	<i>Streptococcus, Leuconostoc, Lactococcus, Lactobacillus, Pseudomonas, Proteus</i>

Fonte: Madigan et al. (2010).

Em geral, os micro-organismos deteriorantes são qualificados predominantemente de acordo com as alterações do alimento ao qual foi afetado (como cor, odor, sabor e textura). Contudo, alguns desses micro-organismos também são considerados patógenos (MADIGAN et al., 2010).

Os micro-organismos patogênicos são os principais responsáveis pela disseminação das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA). De acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) os sintomas relacionados às DTA's dependerão diretamente do agente etiológico causador da doença, que podem gerar simples desconfortos intestinais à desidratação e insuficiência renal do indivíduo (BRASIL, 2010). No Brasil, estima-se que entre os anos de 2009 a 2018 houveram aproximadamente 6.800 surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (quando duas ou mais pessoas apresentam sintomas parecidos após da ingestão de água e/ou alimentos provenientes da mesma localidade), com 16.332 de pessoas hospitalizadas, cerca de 99 óbitos e, dentre os alimentos associados aos surtos alimentares, 7,8% foram relacionados ao consumo de leite e seus derivados (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

MICRO-ORGANISMOS DETERIORANTES E PATOGÊNICOS EM QUEIJOS

Por ser um alimento de alto teor nutricional, pH com valores próximos à neutralidade e alta atividade de água, o leite possui condições satisfatórias para o crescimento de micro-organismos e qualidade dos produtos derivados deste estará diretamente associada aos aspectos microbiológicos do mesmo (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Sousa et al. (2014) avaliou 104 amostras de queijo de coalho comercializado em diversos estados do nordeste brasileiro, onde aproximadamente 96% estavam em desacordo com a ANVISA para *Staphylococcus* coagulase positiva (que preconiza valores limítrofes de até 10^3 UFC g^{-1}), bem como 31% apresentavam resultados desfavoráveis quanto à contagem de coliformes termotolerantes.

Dentre os micro-organismos do gênero *Staphylococcus*, a espécie *Staphylococcus aureus* é comumente a mais associada às doenças, uma vez que esta bactéria produz enteroxinas que, caso sejam ingeridas juntamente com o alimento contaminado, pode resultar em distúrbios gastrointestinais acompanhados de náuseas, diarreia e vômitos (FRANCO; LANDGRAF, 2008; MADIGAN et al., 2010).

As bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes são os principais indicadores de condições higiênico-sanitárias dos alimentos, sendo a *Escherichia coli* mais amplamente utilizada para detectar a contaminação fecal do produto, pois é um micro-organismo que compõe a microbiota intestinal tanto do homem como de animais de sangue quente (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Apesar de a maioria das linhagens de *E. coli* serem não patogênicas, existem algumas destas podem apresentar patogenicidade em alimentos decorrentes da produção de toxinas, resultando em gastroenterites e infecções, sendo um dos agentes etiológicos responsáveis por 23,4% dos surtos alimentares entre os anos de 2009 a 2018 (MADIGAN et al., 2010; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Os coliformes possuem grande relevância na indústria queijeira, uma vez que conseguem fermentar a lactose presente no leite com posterior produção de CO_2 , resultando em pequenos furos, fenômeno determinado de inchamento precoce do queijo (ORDÓNEZ et al., 2005).

As bactérias aeróbias mesófilas também podem indicar a qualidade sanitária do alimento, partindo do pressuposto que, apesar de um determinado tipo de alimento não apresentar alterações característica de uma deterioração alimentar, a grande quantidade destes micro-organismos sugere condições de insalubridade (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Embora não haja valores determinantes da quantidade tolerável de bolores e leveduras em alimentos, esses micro-organismos apresentam um risco em potencial à saúde dos consumidores, uma vez muitos fungos são produtores de micotoxinas (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Neste sentido, vários métodos de conservação podem ser empregados aos diversos tipos de queijos, em especial ao queijo coalho, com o intuito de minimizar o desenvolvimento

de micro-organismos e evitar a deterioração precoce, bem como diminuir a possibilidade de disseminação de micro-organismos patogênicos.

EMBALAGENS ATIVAS: FILMES E COBERTURAS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO DE QUEIJO COALHO

Diversos fatores podem influenciar na vida útil de um alimento e é neste contexto que a comunidade científica tem se baseado para o desenvolvimento de novas técnicas de conservação de alimentos com a utilização de substâncias naturais, aos quais confirmam propriedades bioativas e que mantenham as características inerentes do produto a ser conservado. Os métodos combinados de conservação do produto têm se tornado tema de diversas pesquisas científicas em prol do aumento da vida de prateleira do queijo e, não menos importante, métodos naturais de conservação que surgem como uma alternativa na substituição de conservantes sintéticos (DANNENBERG, 2017; PEREIRA et al., 2018; NASCIMENTO DA SILVA, 2018).

Todo e qualquer alimento necessita de barreiras que o contêm do ambiente externo a fim de conservar as características iniciais do produto. Com isso, o emprego de embalagens está presente em quase todos os tipos de alimentos, uma vez que, adicionadas de outros métodos de conservação (como por exemplo o emprego da refrigeração para dificultar o desenvolvimento microbiano) perpetuam a vida útil destes. Nesse sentido, as embalagens podem ser derivadas tanto de materiais sintéticos (como os plásticos) quanto de matérias-primas naturais, que por muitas vezes contribuem ativamente para a conservação do alimento, podendo citar as chamadas embalagens ativas (SILVA, 2018).

Embalagem ativa pode ser descrita como um objeto responsável por garantir a qualidade do produto que a recebe, além de manter e/ou melhorar as propriedades sensoriais, prolongando a vida útil do alimento e melhorando os aspectos de segurança que o envolvem (SOARES et al., 2002). Estes tipos de embalagens podem retardar ou até mesmo inibir o crescimento microbiano e das reações que ocorrem na superfície externa do alimento, sendo este o lugar onde comumente começa o processo de deterioração (DEVLIEGHERE; VERMEIREN; DEBEVERE, 2004). Os principais grupos de compostos bioativos utilizados como aditivos de embalagens com o intuito de potencializar os efeitos de conservação dos alimentos são substâncias antioxidantes, bactericidas, antimicrobianas, dentre outras (SANTOS; YOSHIDA, 2011).

As substâncias antimicrobianas podem ser incrementadas tanto em filmes com em coberturas comestíveis, de forma que os filmes necessitam de preparo antes de ser aplicado ao alimento, enquanto que as coberturas são adicionadas diretamente na superfície do produto (QUEZADA-GALLO; VOILLEY, 1998).

Alginato de sódio

O alginato é um polissacarídeo derivado de algas marrons e vem sendo amplamente empregado em diversos setores da indústria, tais como farmacêutica, biotecnológica e alimentícia, em função de suas propriedades de biodegradabilidade e ser um produto não tóxico, de modo que é comercializado habitualmente nas formas de sais de potássio, amônio ou sódio (VAZ, 2012). É uma matéria-prima amplamente utilizada no setor alimentício em consequência de suas propriedades estabilizantes, formação de filmes, fibras, agente de geilificação, encapsulação, entre outros (MÜLLER; SANTOS; BRIGUDO, 2011).

Estudos com alginato de sódio na conservação de queijo de coalho ainda são escassos. Para a presente revisão, foi realizada uma abordagem com outros tipos de alimentos altamente relevantes na indústria alimentícia.

Santos (2016) avaliou a influência da cobertura comestível de alginato adicionada de óleo de canela e óleo de noz moscada na conservação de maçã minimamente processada e obteve resultados satisfatórios quanto à redução da contagem de micro-organismos *Escherichia coli* e *Penicillium commune*, aos quais foram previamente inoculados às coberturas comestíveis.

Igarashi (2010) desenvolveu um filme comestível à base de alginato de sódio incorporado com óleo essencial de cravo para avaliar a influência deste na conservação de cortes de frango, onde foi possível observar que houve um controle da proliferação de *Listeria monocytogenes*, bactéria patogênica que pode desencadear diversas doenças ao homem, tais como meningite, aborto e listeriose (DUSSURGET; PIZARRO-CERDA; COSSART, 2004; IGARASHI, 2010).

Quitosana

A quitosana é um polissacarídeo natural seguro, não tóxico e biodegradável. Diversos estudos comprovaram a sua eficácia na aplicação em alimentos e suas propriedades antimicrobianas. É obtida pela desacetilação da quitina, a qual é preparada a partir de cascas de crustáceos (MA et al., 2017). Além disso, é o segundo polímero natural mais abundante da natureza depois da celulose (KURITA, 2006), sendo este um material amplamente utilizado na indústria para diversos fins biotecnológicos e, dentre estas aplicabilidades, pode-se citar a ação antimicrobiana do polímero, fazendo com que haja um controle da carga microbiana do alimento ao qual o recebe.

Segundo Barros (2017) a quitosana possui ação antimicrobiana tanto contra micro-organismos Gram-negativos quanto Gram-positivos, onde as diferenças dos mecanismos de ação para cada grupo dependerão do peso molecular do polímero. Outro fator que pode possivelmente explicar a atividade antimicrobiana da quitosana está relacionada com a interação entre as propriedades físico-químicas do polímero com a membrana do micro-organismos, fazendo com que haja um desequilíbrio da parede celular e, como consequência, perda de material intracelular, resultando na inibição do desenvolvimento do micro-organismo (OLIVEIRA, 2015).

Em estudos realizados por Barros (2017) constatou-se que houve uma redução no desenvolvimento de *Staphylococcus aureus* em amostras de queijo de coalho revestidas com cobertura comestível de quitosana, o que corrobora com os dados citados anteriormente nesta revisão acerca das propriedades antimicrobianas do polímero. Além disso, pesquisa desenvolvida por Oliveira (2015) estudou o comportamento antimicrobiano da quitosana em queijo coalho frente à *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus* coagulase positivo e coliformes termotolerantes, onde a quitosana se mostrou promissora frente ao controle e desenvolvimento destes micro-organismos no produto.

Fécula de mandioca

A fécula é um subproduto oriundo da mandioca e que possui diversas aplicações na indústria, dando destaque à formulação de filmes e coberturas comestíveis para revestimento em alimentos. De acordo com Nunes et al. (2017) a fécula de mandioca possui diversas vantagens quanto à sua aplicabilidade, como boas propriedades mecânicas (o que faz com que o filme e o revestimento comestível possua uma vantajosa atividade frente à conservação de

alimentos), é um material transparente e que pode ser incorporada de diversas substâncias bioativas que auxiliem no controle de micro-organismos.

Freire (2019) estudou o comportamento de coberturas comestíveis à base de quitosana, fécula de mandioca e extrato de romã e pôde constatar que os filmes à base de fécula de mandioca apresentaram uma melhor resposta ao controle do desenvolvimento de micro-organismos em queijo do tipo coalho.

Tendo em vista as problemáticas ambientais envolvidas com o uso de plásticos sintéticos, a fécula de mandioca surge como uma alternativa promissora ao desenvolvimento de filmes e coberturas comestíveis tanto de queijo de coalho como de outros alimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O queijo de coalho possui um grande impacto social e econômico para a população brasileira. A utilização de embalagens ativas para a conservação de alimentos de origem animal, em especial o queijo de coalho, tem despertado o interesse da comunidade acadêmica para o desenvolvimento de novas tecnologias de conservação deste produto. A combinação de substâncias antioxidantes e antimicrobianas também podem auxiliar na contenção da carga microbiana, fazendo com que haja uma maior segurança da qualidade alimentar, tendo em vista também o interesse da população pela utilização de produtos naturais que sejam capazes de substituir substâncias sintéticas na conservação de alimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQ. **Associação Brasileira das Indústrias de Queijo**. 2019. Disponível em: < https://www.abiq.com.br/queijos.asp?PaginaAtual=1&codigo_categoria=16&codigo_subcategoria=37 >. Acesso em: 12 de maio de 2019.

ARAÚJO, J. B. C; PIMENTEL, J. C. M. Produção de queijo coalho artesanal: passo a passo. **Embrapa**, 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agroindustria-tropical/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1080129/producao-de-queijo-coalho-artesanal-passo-a-passo> >. Acesso em 13 mai. 2019.

BARROS, D. M. **Quitosana como cobertura e incorporada em queijo de coalho: influência na viabilidade de Staphylococcus aureus e no controle de qualidade**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2017.

BARROS, D. M.; MACHADO, E. C. L.; MOURA, D. F.; FONTE, R. A. B.; FERREIRA, S. A. O.; BEZERRA, R. S. Aspectos do queijo de coalho com ênfase na importância das Boas Práticas de Fabricação no sistema de produção. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 67-93, 2019.

BITENCOURT C. M. **Desenvolvimento e aplicação de filmes à base de gelatina aditivados com extrato etanólico de cúrcuma (*Curcuma longa* L.)**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 91. **Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos**. Brasília, Distrito Federal, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26/06/2001. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho**. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, Seção, p. 5, 26 de junho de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos**. 1. ed. Editora MS: Brasília, 2010.

CARISSIMI, M. **Desenvolvimento e aplicação de filmes biodegradáveis a partir de amido de mandioca e microalga verde**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Plásticos**. Disponível em: < <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/4/plasticos> >. Acesso em 10 de maio de 2019.

DANNENBERG, G. S. **Óleo essencial de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi): atividade antimicrobiana e aplicação como componente ativo em filme para bioconservação de alimentos**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Pelotas, 2017.

DEVLIEGHIERE, F.; VERMEIREN, L.; DEBEVERE, J. New preservation technologies: Possibilities and limitations. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 4, p.273-285, 2004.

DE PAULA, J. C. J.; CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Basic principles of cheese production: from historical to salting. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367-368, p. 19-25, 2009.

DUSSURGET, O.; PIZARRO-CERDA, J.; COSSART, P. Molecular determinants of *Listeria monocytogenes* virulence. **Annual Review of Microbiology**, v. 58, p. 587-610, 2004.

FANG, Z., ZHAO, Y., WARNER, R. D., JOHNSON, S. K. Active and intelligent packaging in meat industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 61, p. 60-71, 2017.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

FREIRE, B. C. F. **Aplicação de coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca, cera de abelha e extrato de romã na conservação de queijo tipo coalho.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte, 2019.

FREITAS FILHO, J. R.; SOUZA FILHO, J. S.; OLIVEIRA, H. B.; ANGELO, J. H. B.; BEZERRA, J. D. C. Avaliação da qualidade de queijo coalho artesanal fabricado em Jucati-PE. **EXTENSIO - Revista Eletrônica de Extensão**, Santa Catarina, v. 6, n. 8, p. 35-49, 2009.

FREITAS, W. C., TRAVASSOS, E. R. A.; MACIEL, J. F. Avaliação microbiológica e físico-químico de leite cru e queijo de coalho produzido no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindústria**, v. 15, n. 1, p. 35-42, 2013.

GÓMEZ, E. F.; MICHEL JR, F. C. Biodegradability of conventional and bio-based plastics and natural fiber composites during composting, anaerobic digestion and longterm soil incubation. **Polymer Degradation and Stability**, v. 98, n. 12, p. 2583–2591, 2013.

IGARASHI, M. C. **Desenvolvimento de filme comestível à base de alginato incorporado do agente antimicrobiano óleo essencial de cravo: aplicação em alimento.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, São Paulo, 2010.

KURITA, K. Chitin and chitosan: Functional biopolymers from marine crustaceans. **Marine Biotechnology**, v. 8, n. 3, p. 203–226, 2006.

MA, L.; ZHANG, M.; BHANDARI, B.; ZHONGXUE, G. Recent developments in novel shelf life extension technologies of fresh-cut fruits and vegetables. **Trends in Food Science and Technology**, v. 64, p. 23–38, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.005>.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia 2011**. Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.

MEDEIROS JÚNIOR, F. C.; PEREIRA, I. C.; MIRANDA JUNIOR, R. N. C.; OLIVEIRA, R. E. S. Consumer profile of Coalho Cheese in the State of Paraíba. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 5, p. 1-17, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil Informe 2018**. Disponível em: < <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta---o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf> >. Acesso em 21 de maio de 2019.

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L. V; KUSKOSKI, E. M. **Introdução à ciência de alimentos**. 2nd ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2008.

MULINARI, E. L.; ROSOLEN, M. D.; ADAMI, F. S. Avaliação da qualidade microbiológica de leite pasteurizado produzido no rio grande do sul. **Caderno pedagógico**, v. 14, n. 1, p. 28-35, 2017.

MÜLLER, J. M.; SANTOS, R. L.; BRIGUDO, R. V. Produção de alginato por microrganismos. **Revista Polímeros**, v. 21, n. 4, p. 305-310, 2011.

NASCIMENTO DA SILVA, M. **Incorporação de curcumina e cristais de curcumina em revestimento comestível à base de hidroxipropilmetilcelulose (hpmc)**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Santa Catarina, 2018.

NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. Queijo de Coalho. Coleção Agroindústria Familiar. **EMBRAPA**, Informação Tecnológica, v. 1, 2006.

NUNES, A. C.; NETO, A. F.; NASCIMENTO, I. K. S.; OLIVEIRA, F. J. V.; MESQUITA, R. V. C. Armazenamento de mamão 'formosa' revestido à base de fécula de mandioca. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 254-263, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rca/v40n1/v40n1a28.pdf>. Acesso em 27 out. 2019.

OLIVEIRA, P. G. **Bioatividade de quitosana como cobertura comestível em queijo de coalho na inibição de Listeria monocytogenes**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAGANI, A. A. C.; SANTANA, M. M.; ALEXANDRE, A. P. S.; SILVA, E. A.; SILVA, G. F. Aplicação de biopelículas pigmentadas em queijo coalho. **Revista Geintec**, São Cristóvão, v. 3, n. 1, p. 41 -47, 2012.

PEREIRA, R. B. M.; FONTE, R. A. B.; BARROS, D. M.; MACHADO, E. C. L.; OLIVEIRA, M. G.; MOURA, D. F. Chitosan in cheese Mines frescal: antibacterial action under pathogenic strain and in sensory attributes. **Brazilian Journal of health Review**, v. 1, n. 2, p. 342-363, 2018.

PREEDY, V. R. **Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety**. Elsevier, 2016.

QUEIROGA, R. C. R. E., MELO-SANTO, B., PEREIRA-GOMES, A. M., MONTEIRO, M. J., TEIXEIRA, S. M., SOUZA, E. L.; ESTEVEZ-PINTADO, M. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. **LWT - Food Science and Technology**, n. 50, p. 538-544, 2013.

QUEZADA-GALLO, J.A.; DEBEAUFORT, F; VOILLEY, A. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packaging: a Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.38, n.4, p.299-313, 1998.

ROCHA, G. O.; FARIAS, M. G.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GALDEANO, M. C. Filmes Compostos Biodegradáveis a Base de Amido de Mandioca e Proteína de Soja. **Polímeros**, v. 24, n. 5, p. 587-595, 2014.

SANTANA, R. F.; SANTOS, D. M.; MARTINEZ, A. C. C.; LIMA, Á. S. Qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado em Aracaju, SE. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 6, p.1 517-1522, 2008.

SANTOS, A.M.P.; YOSHIDA, C.M.P. **Técnico em alimentos: Embalagens**. Recife: UFRPE, 2011.

SANTOS, S. M. **Filmes ativos comestíveis elaborados com óleos essenciais aplicados em maçãs minimamente processadas**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2016.

SILVA, F. R.; SANTANA, C. M.; MELO, W. F.; TALABERA, G. G.; SARMENTO, W. E.; SOBRINHO, W. S.; DE SÁ, J. A.; MACHADO, A. V. Conservação e controle de qualidade de queijos: Revisão. **PUBVET**, v. 11, n. 4, p. 333-341, 2017.

SILVA, N. M. **Adição de extrato de casca de jaboticaba e soro de leite no desenvolvimento de embalagem inteligente para queijo prato**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Rio Verde, 2018.

SOARES, N. F. F.; RUTISHAUSER, D. M.; MELO, N.; CRUZ, R. S.; ANDRADE N. J. Inhibition of microbial growth in bread through active packaging. **Packaging Technology and Science**, v. 15, p. 129-132, 2002.

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

VARGAS, M. et al. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 6, p. 496–511, 2008.

VAZ, J. M. **Preparação e caracterização de biofilmes ativos à base de alginato de diferentes estruturas poliméricas reticulados com cálcio**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 2012.