



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE BIOTECNOLOGIA

Ryllare Cristina Silva Costa

Utilização de revestimento comestível à base de fécula de mandioca incorporado com extrato da casca de pitaya (*Selenicereus costaricensis*) na conservação do queijo de coalho

MOSSORÓ

2024

Ryllare Cristina Silva Costa

Utilização de revestimento comestível à base de fécula de mandioca incorporado com extrato da casca de pitaya (*Selenicereus costaricensis*) na conservação do queijo de coalho

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientadora: Karoline Mikaelle de Paiva Soares, Profa. Dra.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C838u Costa, Ryllare Cristina Silva.

Utilização de revestimento comestível à base de fécula de mandioca incorporado com extrato da casca de pitaya (*Selenicereus costaricensis*) na conservação do queijo de coalho / Ryllare Cristina Silva Costa. - 2024.

42 f. : il.

Orientadora: Karoline Mikaelle de Paiva Soares.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Biotecnologia, 2024.

1. Resíduos agroindustriais. 2. Bioativos. 3. Cobertura comestível. I. Soares, Karoline Mikaelle de Paiva, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Ryllare Cristina Silva Costa

Utilização de revestimento comestível à base de fécula de mandioca incorporado com extrato da casca de pitaya (*Selenicereus costaricensis*) na conservação do queijo de coalho

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Defendida em: 24 / 10 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Karoline Mikaelle de Paiva Soares, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente

Renata Cristina Borges da Silva Macedo, Msc. (UFERSA)
Membro Examinador

Flamênia Shirley Ribeiro Silva, Esp. (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico à minha mãe e ao meu pai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me sustentar nesta jornada, e por me permitir estar realizando esse sonho. Sou imensamente grata aos meus pais, Adriana e Adriano, sem seu apoio eu não teria conseguido e chegado até aqui, amo vocês. Ao meu noivo Jonas, eu agradeço pelos momentos de amparo, seu cuidado e carinho foram o que sempre me manteve firme, fico muito feliz em ter você ao meu lado nessa caminhada terrena meu amor.

Guardo um lugar especial no meu coração, a grande amiga que a biotecnologia me deu, Thyanne. Obrigada, por todo apoio e amizade ao longo desses anos, pelos bons cafés e bate-papos que, com certeza faziam meus dias na UFRSA melhores. Agradeço a Samara por sempre elevar minha autoestima no Xadrez em um ou outro intervalo durante o almoço, muito precioso para mim. A todos amigos e colegas que fizeram parte desta jornada em algum momento nesses cinco anos, meus sinceros agradecimentos, me recordo de todos.

Agradeço aos docentes que contribuíram nessa jornada, em especial àqueles que mais me inspiraram, Cibele, Ana Carla, e minha orientadora profa. Karoline. Karol, obrigada por me ceder o espaço, acreditar e fazer crescer meus conhecimentos, desde 2022.

Agradeço também aos amigos e colegas do Laboratório de Biotecnologia de Alimentos, que se fizeram presentes, Dani, Zé, Shirley, Simone e Amanda, alguns mais antigos, e outros mais novos, meus sinceros agradecimentos, os dias cansativos se tornavam melhores com a sua presença.

RESUMO

O queijo de coalho é amplamente consumido em diferentes regiões do Brasil, sua produção artesanal faz uso de métodos simples e baseia-se na utilização de leite cru. Contudo, a ausência de um controle de qualidade rigoroso durante a sua produção acaba reduzindo a qualidade do produto final. Além disso, características intrínsecas ao queijo de coalho, como a elevada atividade de água e seu valor nutricional, torna-o uma matriz favorável à proliferação de microrganismos indesejáveis, prejudicando suas características sensoriais e reduzindo sua vida útil. Visando alternativas a conservação do queijo de coalho, o presente trabalho teve como objetivo incorporar o extrato hidroalcoólico das cascas de pitaya (*Selenicereus costaricensis*) em um revestimento comestível à base de fécula de mandioca e avaliar sua ação na qualidade microbiológica do queijo de coalho, afim de fazer o reaproveitamento destes resíduos levando a práticas mais sustentáveis. Para tal, o queijo foi obtido em comércio varejista local, o qual foi fracionado em pedaços de aproximadamente 15g. Soluções filmogênicas de fécula de mandioca a 3% foram usadas com e sem extrato das cascas de pitaya em duas concentrações (5% e 10%) para aplicação no queijo através do método *dipping*. Os queijos recobertos foram embalados em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração durante 7 dias, sendo feita a contagem de microrganismos mesófilos e a pesquisa de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva no dia 0 (menos de 24h), 3 e 7 de armazenamento refrigerado. As contagens de microrganismos aeróbios mesófilos do grupo QF e QFE5 no 3º dia de análise tiveram reduções significativas quando comparadas ao grupo QF no 1º dia. QFE10 também teve reduções significativas no 7º dia de análise em comparação com QF no 1º dia. Não foi verificada a presença de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo em nenhuma amostra. As contagens de *Staphylococcus sp.* dos grupos com extrato (QFE5 e QFE10) tiveram reduções significativas ao longo dos dias, do 1º para o 7º para QFE5 e do 3º para o 7º para QFE10. Apesar das reduções nas contagens microbianas ao longo dos dias de armazenamento, não houveram diferenças estatisticamente significantes entre os tratamentos e o queijo sem revestimento nos dias analisados, indicando que as concentrações utilizadas, 5% e 10%, incorporadas ao revestimento de fécula não teve impacto na conservação do queijo de coalho.

Palavras-chave: resíduos agroindustriais; bioativos; cobertura comestível.

ABSTRACT

Coalho cheese is widely consumed in different regions of Brazil. Its artisanal production uses simple methods and is based on the use of raw milk. However, the lack of rigorous quality control during its production ends up reducing the quality of the final product. In addition, intrinsic characteristics of coalho cheese, such as its high water activity and nutritional value, make it a favorable matrix for the proliferation of undesirable microorganisms, impairing its sensory characteristics and reducing its shelf life. Aiming at alternatives for the preservation of coalho cheese, this study aimed to incorporate the hydroalcoholic extract of pitaya peels (*Selenicereus costaricensis*) into an edible cassava starch-based coating and evaluate its action on the microbiological quality of coalho cheese, in order to reuse these residues, leading to more sustainable practices. For this purpose, the cheese was obtained from a local retailer, which was fractionated into pieces of approximately 15 g. Film-forming solutions of 3% cassava starch were used with and without extract of pitaya peels in two concentrations (5% and 10%) for application on the cheese through the dipping method. The coated cheeses were packaged in plastic bags and kept under refrigeration for 7 days, with the counting of mesophilic microorganisms and the investigation of coagulase-positive *Staphylococcus aureus* being performed on day 0 (less than 24h), 3 and 7 of refrigerated storage. The counts of mesophilic aerobic microorganisms of the QF and QFE5 groups on the 3rd day of analysis showed significant reductions when compared to the QF group on the 1st day. QFE10 also showed significant reductions on the 7th day of analysis compared to QF on the 1st day. The presence of coagulase-positive *Staphylococcus aureus* was not verified in any sample. The counts of *Staphylococcus* sp. of the groups with extract (QFE5 and QFE10) had significant reductions over the days, from the 1st to the 7th for QFE5 and from the 3rd to the 7th for QFE10. Despite the reductions in microbial counts over the days of storage, there were no statistically significant differences between the treatments and the cheese without coating on the days analyzed, indicating that the concentrations used, 5% and 10%, incorporated into the starch coating had no impact on the conservation of the curd cheese.

Keywords: agro-industrial waste; bioactives; edible topping.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Estrutura molecular do sorbitol	20
Figura 2	–	Aspecto externo (a) e interno (b) de <i>Selenicereus costaricensis</i>	25
Figura 3	–	Aspecto dos revestimentos produzidos.....	27
Figura 4	–	Ilustração da formação de coágulo firme no teste de coagulase.....	29
Figura 5	–	Contagem de aeróbios mesófilos (Log10 UFC/g em queijo de coalho nos dias um, três e sete de armazenamento refrigerado.....	31
Figura 6	–	Prova da coagulase.....	32
Figura 7	–	Contagem de <i>Staphylococcus sp.</i> (Log10 UFC/g) em queijo de coalho nos dias um, três e sete de armazenamento refrigerado.....	33
Figura 8	–	Metabólitos secundários encontrados em <i>Selenicereus costaricensis</i>	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Delineamento das análises realizadas.....	27
----------	---	---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Grupos de estudo e composição dos revestimentos comestíveis.....	26
----------	---	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aa	Atividade de Água
APHA	<i>American Public Health Association</i>
BHI	<i>Brain Heart Infusion</i>
BPA	<i>Baird Parker Agar</i>
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CIM	Concentração Inibitória Mínima
CO	Controle
DTAs	Doenças Transmitidas por Alimentos
EH	Extrato Hidroalcoólico
LABA	Laboratório de Biotecnologia de Alimentos
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
OH	Hidroxila
PCA	<i>Plate Count Agar</i>
pH	Potencial Hidrogeniônico
QF	Queijo com revestimento de fécula a 3%
QFE10	Queijo com revestimento de fécula a 3% + extrato a 10%
QFE5	Queijo com revestimento de fécula a 3% + extrato a 5%
RC	Revestimento Comestível
RTIQ	Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos
UFC	Unidades Formadoras de Colônia
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. Queijo de coalho.....	17
2.2. Microrganismos em alimentos.....	18
2.2.1. Microrganismos contaminantes no queijo de coalho.....	18
2.3. Revestimentos comestíveis na conservação de alimentos.....	19
2.3.1. Compostos bioativos em revestimentos comestíveis.....	21
2.3.2. Revestimentos comestíveis em queijos.....	21
2.4. Pitaya (<i>Hylocereus sp.</i>).....	22
3. OBJETIVOS.....	24
3.1. Objetivo Geral	24
3.2. Objetivos específicos.....	24
4. METODOLOGIA	25
4.1. Produção do extrato hidroalcoólico das cascas de pitaya (<i>Selenicereus costaricensis</i>)	25
4.2. Produção dos revestimentos comestíveis	26
4.2.1. Aplicação no queijo de coalho	27
4.3. Análises microbiológicas.....	28
4.3.1. Contagem de bactérias aeróbias mesófilas	28
4.3.2. <i>Staphylococcus aureus</i> coagulase positivo	29
4.4. Análise estatística	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
7. REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

O queijo de coalho, derivado lácteo de grande importância, destaca-se como uma fonte de renda significativa em diversas regiões do Brasil, especialmente no Nordeste (Bruno; Carvalho, 2009), com destaque no Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Piauí (Saraiva; Dutra; Barroso, 2023). Embora possua um elevado valor socioeconômico e nutricional, a falta de padronização na sua produção, acaba comprometendo a sua qualidade (Cavalcante *et al.*, 2007).

A qualidade microbiológica do queijo de coalho pode ser afetada pela ausência de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e pelo uso de leite cru na sua produção (Barros *et al.*, 2019). Apesar da legislação vigente exigir a pasteurização do leite para a produção deste queijo (Brasil, 2001), muitos produtores ainda utilizam leite cru, o que aumenta o risco de contaminação por microrganismos patogênicos (Melo *et al.*, 2021). Além disso, as características intrínsecas do queijo também favorecem o crescimento de microrganismos deteriorantes (Mello; Gibbert, 2017).

Uma das alternativas estudadas para a conservação de alimentos são os revestimentos comestíveis (RC) (Silva *et al.*, 2022). Essa tecnologia visa prolongar a vida útil dos produtos, ao atuar como uma barreira entre o meio externo e o alimento (Luvielmo; Lamas, 2012). Além disso, os RC podem conter propriedades de interesse na sua forma natural, bem como carrear substâncias com atividades antimicrobianas e antioxidantes (Costa; Oliveira; Silva, 2022), aumentando seu uso potencial.

Entre os polissacarídeos utilizados na produção de RC, destaca-se a fécula de mandioca, uma matéria-prima de baixo custo (Nunes *et al.*, 2017) que gera revestimentos translúcidos com boas propriedades mecânicas e de barreira contra troca de gases e solutos (Luvielmo; Lamas, 2012). Devido a atividade carreadora que apresentam, a competência dos RC pode ser elevada através da incorporação de compostos bioativos, como aqueles advindos de extratos vegetais (Rodrigues; Siqueira; Santana, 2020). Subprodutos agroindustriais, especialmente os resultantes do processamento de frutas e vegetais, são fontes potenciais de extração destes compostos bioativos (Kabir *et al.*, 2015; Reguengo *et al.*, 2022).

Diversos estudos têm explorado esse potencial, Melo *et al.* (2023) avaliaram o efeito da adição do extrato das cascas de romã (*Punica granatum L.*) em um revestimento à base de quitosana na qualidade do queijo de coalho e observaram uma redução na contagem de

bolos e leveduras. Em outro estudo, Silva *et al.* (2022) analisaram a adição do extrato do bagaço de uva na produção de embalagens multifuncionais, verificando uma atividade antimicrobiana significativa contra *Escherichia coli* e *Bacillus subtilis*. Já no estudo de Nurmahani *et al.* (2012), a atividade antibacteriana de extratos das cascas de duas variedades de pitaya foi testada, com todas as cepas, incluindo *Staphylococcus aureus*, mostrando-se sensíveis aos extratos.

Durante o processamento da polpa da pitaya, pode-se gerar até 44% de cascas residuais (Jiang *et al.*, 2021). Explorar o uso desses subprodutos como matéria-prima para novos produtos é uma estratégia para reduzir os resíduos gerados nas cadeias de produção de alimentos (Teigiserova; Hamelin; Thomsei, 2019) e evitar seu acúmulo em aterros sanitários (Carmen; Frances; Barthe, 2023).

Em alinhamento com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12 – Consumo e Produção Sustentáveis –, especialmente o objetivo específico 12.5, que visa reduzir os resíduos por meio de prevenção, redução, reciclagem e reuso, o presente trabalho busca reaproveitar as cascas da pitaya como fonte de bioativos naturais para implementação em revestimentos comestíveis e verificar sua ação na conservação de queijo de coalho, promovendo assim uma bioeconomia sustentável.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Queijo de coalho

O queijo é uma antiga forma de preservação do leite, sendo um concentrado proteico de alto valor nutricional, caracterizado pela elevada quantidade de proteínas, presença de sais minerais, cálcio, fósforo e vitaminas (Perry, 2004). Seu surgimento na alimentação está associado às tentativas de armazenar o leite em recipientes de barro e em bolsas feitas do estômago de ruminantes, resultando em queijos rudimentares de coagulação ácida e enzimática, que ao longo das gerações tiveram seus processos de produção aprimorados, resultando na diversidade de queijos atuais (Boari *et al.*, 2022).

No Nordeste brasileiro, destaca-se a produção do queijo tipo coalho, que de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (RTIQ) estabelecido pela Instrução Normativa Nº 30 de 26/06/2001 “se obtém por coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado normalmente com até 10 (dez) dias de fabricação”, apresenta umidade média à alta, com teor de gorduras variando entre 35-60%.

Além da importância cultural, a sua produção desempenha um papel socioeconômico significativo, especialmente no Nordeste, onde é amplamente consumido, tanto fresco quanto como ingrediente em pratos típicos, impulsionando a economia local (Cavalcante *et al.*, 2007; Saraiva; Dutra; Barroso, 2023). Sua produção é comumente realizada em queijarias de pequeno e médio porte, o que fortalece a renda de pequenos produtores rurais e contribui para a valorização do produto (Nassu; Macedo; Lima, 2006).

Tradicionalmente, o queijo de coalho é produzido de forma artesanal, utilizando leite cru e métodos simples, o que pode resultar em produtos com baixos padrões de qualidade, representando riscos à saúde do consumidor (Nassu; Macedo; Lima, 2006). Por essa razão a legislação vigente exige a utilização de leite pasteurizado para garantir a inocuidade do produto e a segurança daquele que o consome (Brasil, 2001).

No entanto, problemas como falhas nos processos de pasteurização, a ausência de BPF, e características intrínsecas do queijo, como sua composição nutricional e alta atividade de água, favorecem o desenvolvimento microbiano, seja deteriorante ou patogênico. Isso

reduz a vida útil do produto, gera perdas econômicas e pode comprometer a saúde do consumidor (Melo *et al.*, 2021; Barros *et al.*, 2019).

2.2. Microrganismos em alimentos

Em geral, os alimentos possuem macro e micronutrientes cuja diversidade e quantidade variam conforme a matriz alimentar em questão (Campbell-Platt, 2015). Essa diversidade cria um ambiente propício à proliferação de microrganismos, que utilizam os nutrientes dos alimentos como fonte energética para suas atividades metabólicas (Jay; Loessner; Golden, 2005). A interação microrganismos e alimentos pode ter efeitos positivos ou negativos, a interação negativa está associada à deterioração e patogenicidade dos microrganismos, enquanto a positiva envolve a sua utilização para a produção ou aprimoramento de características dos alimentos (Franco; Landgraf, 2008).

Existem fatores intrínsecos e extrínsecos dos alimentos que influenciam a proliferação de microrganismos em sua matriz, compreender esses fatores, como a atividade de água (Aa), é essencial para desenvolver estratégias que estabilizem, reduzam ou eliminem microrganismos indesejáveis nos alimentos (Mello; Gibbert, 2017). Segundo Franco e Landgraf (2008), as análises microbiológicas em alimentos são indispensáveis, pois servem para averiguar se as condições de higiene e os padrões microbiológicos estabelecidos (Brasil, 2022) estão sendo seguidos.

2.2.1. Microrganismos contaminantes no queijo de coalho

A maioria dos queijos apresenta Aa variando entre 0,91 e 1, condição ideal para o desenvolvimento de bactérias ($Aa > 0,91$) e fungos ($Aa \geq 0,80$) deteriorantes. Em particular, a bactéria *Staphylococcus aureus* é capaz de tolerar uma Aa de até 0,86, fato preocupante, pois esta espécie está associada a Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) (Franco; Landgraf, 2008). Segundo Garnier, Valence e Mounier (2017), as bactérias e os fungos estão entre os principais grupos microbianos responsáveis pela deterioração de alimentos.

Martin, Torres-Frenzel e Wiedmann (2021) destacam que as enzimas extracelulares produzidas por esses microrganismos degradam os componentes dos alimentos,

causando odores e sabores desagradáveis, além de promoverem crescimento visível no caso de fungos, alterações de cor e a produção de outros metabólitos. No queijo de coalho, a qualidade microbiológica depende diretamente das condições higiênicas durante a produção e a qualidade da matéria-prima. Se esta estiver não estiver em boas condições higiênicas, o produto final também será comprometido (Camargo *et al.*, 2021).

O pH do queijo de coalho, como produto final, varia entre 4,9 e 5,9, o que é ligeiramente mais ácido que o pH do leite (6,3 – 6,5) (Franco; Landgraf, 2008). Embora a maioria dos microrganismos prefira um pH próximo da neutralidade, o queijo ainda é suscetível a proliferação de fungos, que conseguem sobreviver em condições mais ácidas. Além de provocar deterioração, alguns fungos podem produzir micotoxinas, o que aumenta as preocupações com a segurança dos consumidores (Kure; Skaar, 2019).

Certos grupos bacterianos, como os microrganismos mesófilos, são utilizados como indicadores de qualidade, pois refletem as condições higiênico-sanitárias da produção de um alimento, os quais podem estar associados não somente à deterioração, mas também a segurança do alimento (Silva *et al.*, 2017; Camargo *et al.*, 2021). Um exemplo relevante trata-se de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo, uma bactéria que produz enterotoxinas, resistentes a altas temperaturas e que estão relacionadas a intoxicações alimentares (Nascimento; Corbia; Nascimento, 2001).

A contaminação por fungos e bactérias deteriorantes e/ou patogênicos pode ocorrer em diferentes etapas da cadeia produtiva de um alimento (Martin; Torres-Frenzel; Wiedmann, 2021). Além de aumentar o risco de DTAs, essas contaminações resultam em perdas econômicas e na redução da vida útil do produto (Oliveira *et al.*, 2019). Por isso, é crucial buscar alternativas eficazes para a conservação dos mesmos.

2.3. Revestimentos comestíveis na conservação de alimentos

Os revestimentos comestíveis (RC) são uma técnica em estudo para melhorar a conservação de alimentos (Silva *et al.*, 2022). Eles consistem em camadas finas, comestíveis, aplicadas diretamente sobre a superfície de alimentos, com objetivo de prolongar a vida útil, melhorar a qualidade e moderar a quantidade de materiais utilizados na embalagem final (Fakhouri *et al.*, 2007; Iversen *et al.*, 2022).

O interesse no desenvolvimento dessa tecnologia está, em parte, relacionado à redução do impacto ambiental. Apenas cerca de 2% das embalagens plásticas são recicladas, enquanto o restante é destinado a aterros sanitários, incineração ou acaba nos oceanos. Os RC, por serem biodegradáveis, não apresentam riscos ao meio ambiente. Além disso, apresentam propriedades atraentes para a indústria, como propriedades sensoriais neutras e baixo custo de produção (Defruyt, 2019; Silva *et al.*, 2022).

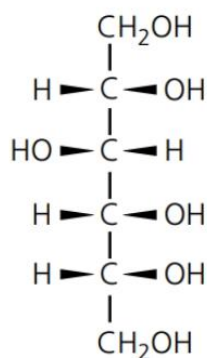
Os componentes desses revestimentos podem ser bastante variados, podendo ser obtidos fontes proteicas, como caseínas, proteínas do soro, ovoalbumina e gelatina, que conferem aos revestimentos altas propriedades de barreira contra gases. Também podem ser derivados de fontes lipídicas como ceras e ésteres de ácidos, ou de fontes polissacarídicas como quitosana, amido e seus derivados, pectina, celulose, alginato e carragena (Fakhouri *et al.*, 2007; Costa; Oliveira; Silva, 2022; Iversen *et al.*, 2022).

Revestimentos à base de polissacarídeos, como a fécula de mandioca, têm sido amplamente estudados, devido ao seu baixo custo, abundância da matéria-prima, transparência quando empregada como revestimento, e por ser um polímero biodegradável. Esse polímero natural é composto por amilose e amilopectina (figura 1), cuja proporção influencia as propriedades formadoras de filme, barreira e mecânicas do revestimento (Silva *et al.*, 2022).

Entretanto, os revestimentos a base de amido e seus derivados quando usados de forma pura apresentam-se quebradiços, sendo a adição de plastificantes uma opção para este problema (Maran, 2013). Os polióis como glicerol e sorbitol são os plastificantes mais usados tratando-se de revestimentos comestíveis à base de amido, proporcionando em contrapartida, melhoria em suas propriedades mecânicas (Mali *et al.*, 2010).

O sorbitol é um poliálcool (figura 1) que atua como um bom agente plastificante em revestimentos comestíveis à base de amido, permitindo a produção de filmes com microestruturas mais uniformes, e redução das transmissões de vapor água nos revestimentos, diminuição da rigidez e concedendo flexibilidade aos filmes (Majeed *et al.*, 2023).

Figura 1 – estrutura molecular do sorbitol



Fonte: Adaptado de Damodaran e Parkin, 2019, p.833.

2.3.1. Compostos bioativos em revestimentos comestíveis

Além dos agentes plastificantes, o estudo da adição de substâncias ativas tem sido constante no desenvolvimento de revestimentos comestíveis, visando substituir agentes químicos ou sintéticos por alternativas naturais com propriedades antimicrobianas e/ou antioxidantes (Ribeiro *et al.*, 2021). Nesse contexto, o uso de plantas, frutas, vegetais e até mesmo seus subprodutos pode fornecer componentes bioativos com diferentes funcionalidades (Romani *et al.*, 2020).

Scaramussa, Nascimento e Santana (2021) investigaram o potencial antioxidante de extratos obtidos de resíduos de Noni em diferentes formulações de revestimentos de fécula e quitosana, constatando que essa adição promoveu aumentos significativos na atividade antioxidante. Lopes *et al.* (2018) ao incorporar o extrato de barbatimão em revestimentos de amido e caseína, observaram um aumento na vida útil das goiabas tratadas, que mantiveram sua firmeza e cor. Revestimentos com diferentes bioativos vêm sendo testados em várias matrizes alimentares, tanto na fruticultura quanto na indústria de produtos lácteos (Lima *et al.*, 2021; Melo *et al.*, 2023).

2.3.2. Revestimentos comestíveis em queijos

Os RC aplicados em queijos podem atuar como veículos de entrega de óleos essenciais e extratos de plantas com propriedades antimicrobianas e antioxidantes. No

entanto, o desafio está em verificar se estes compostos naturais são tão eficazes quanto, ou mais que, os aditivos químicos normalmente utilizados em queijos (Lima *et al.*, 2021). Além disso, os RC permitem a distribuição uniforme desses compostos em todo o alimento, a sua incorporação com propriedades antimicrobianas pode aumentar a vida útil e a segurança dos produtos (Ramos *et al.*, 2012).

Mahcene *et al.* (2020), avaliaram o efeito de um RC à base de alginato de sódio, incorporado com óleos essenciais, na conservação de queijo artesanal. Os resultados mostraram que os queijos revestidos apresentaram baixo crescimento de microrganismos mesófilos, leveduras e coliformes. Além disso, o revestimento apresentou efeito inibitório contra *Staphylococcus*, *Salmonella* e fungos filamentosos.

Soares *et al.* (2019) ao aplicar revestimento de fécula de mandioca em queijo de coalho em diferentes concentrações, observou uma redução na contagem de microrganismos mesófilos durante o armazenamento refrigerado. Estes resultados indicam o potencial dos RC como uma técnica promissora em desenvolvimento.

2.4. Pitaya (*Hylocereus* sp.)

A pitaya (*Hylocereus* sp.), pertencente à família *Cactaceae*, é amplamente conhecida como *Dragon fruit* ou Fruta-do-Dragão, devido à aparência de escamas em sua casca. No Brasil, ela é considerada uma fruta exótica, destacando-se por suas características peculiares, alta demanda e elevado custo. Dentro do gênero *Selenicereus*, quatro espécies têm maior valor comercial: *Selenicereus undatus*, *Selenicereus megalanthus*, *Selenicereus setaceus* e *Selenicereus costaricensis* (Faleiro; Junqueira, 2022).

A espécie *Selenicereus costaricensis* se diferencia pela coloração vermelho-arroxeadada e pela presença de antioxidantes em sua polpa. Além disso, estudos indicam que antioxidantes também estão presentes em suas cascas (Wu *et al.*, 2006). No cultivo, os frutos maiores têm melhor aceitação no mercado, enquanto os menores podem ser processados para seu melhor aproveitamento, em sucos, sorvetes, geleias, licores, cervejas artesanais, entre outros produtos (Faleiro, Junqueira, 2022).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção que supera 41 milhões de toneladas (Luchese *et al.*, 2018), volume que gera uma grande

quantidade de resíduos agroindustriais. No processamento da pitaya, apenas a polpa é utilizada, e a casca, que contém compostos fenólicos de interesse, é descartada (Adnan; Osman; Hamid, 2011). Pesquisas têm explorado o potencial bioativo das cascas da pitaya (Wu *et al.*, 2006; Tamia, 2011; Setiani, 2020).

O aproveitamento desses resíduos na elaboração de novos produtos contribui para o aumento do valor agregado, reinserindo-os no ciclo produtivo e diminuindo impactos ambientais e econômicos (Souza *et al.*, 2021). Segundo Oliveira e Mendes (2021), "milhões de toneladas de resíduos agroindustriais, são geradas ao longo de sua cadeia produtiva, pelo processamento de frutas", sendo que grande parte desses resíduos consiste em cascas, bagaço, caroços e sementes.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito da aplicação do revestimento comestível à base de fécula de mandioca incorporada com o extrato da casca de pitaya (*Selenicereus costaricensis*) na qualidade microbiológica do queijo de coalho.

3.2. Objetivos específicos

- Produzir o extrato hidroalcoólico das cascas de pitaya (*Selenicereus costaricensis*).
- Produzir revestimentos comestíveis à base de fécula de mandioca a 3%, com e sem extrato a 5% e 10%.
- Avaliar a eficiência dos revestimentos na conservação do queijo de coalho através de análises microbiológicas.

4. METODOLOGIA

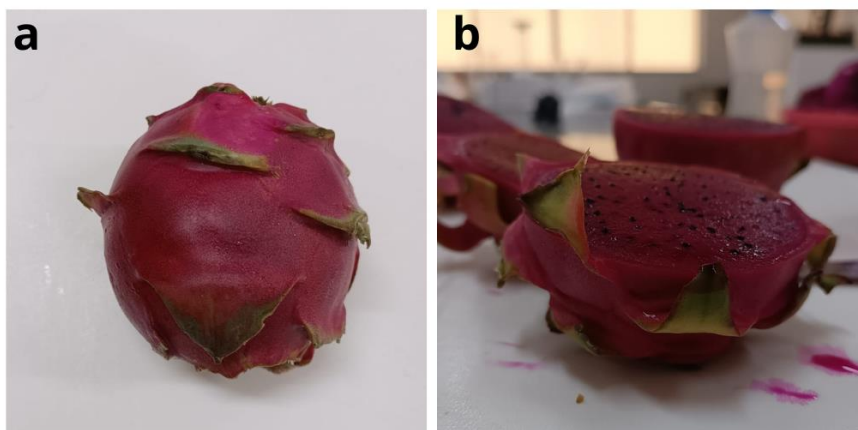
As análises foram realizadas no âmbito do Laboratório de Biotecnologia de Alimentos (LABA), do Centro de Ciências Agrárias (CCA) situado no Campus Leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró, Rio Grande do Norte.

4.1. Produção do extrato hidroalcoólico das cascas de pitaya (*Selenicereus costaricensis*)

As pitayas utilizadas para a obtenção do extrato vegetal foram adquiridas em comércio varejista situado na Cidade de Limoeiro do Norte, Ceará, CNPJ: 29.142.202/0004-00. O extrato foi produzido seguindo a metodologia descrita por Nakayama (2020) e Gauer (2020) com adaptações. Os frutos foram lavados em água corrente e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm. Após a sanitização, as cascas foram separadas das polpas e postas para secar em estufa de circulação de ar à 50 °C por um período de 48h até a secagem completa. O material seco foi triturado com auxílio de processador de alimentos até a obtenção de um pó de granulometria fina.

Uma solução hidroalcoólica (40:60) de álcool etílico PA e água destilada, respectivamente, foi usada como líquido para a extração dos compostos, na proporção de 1:10 (p/v). O período de extração dos compostos foi de 96h sob agitação leve e constante. Logo após, foi promovida uma filtração para a separação do sobrenadante e o líquido resultante foi levado em rotaevaporador com a temperatura do banho a 50 °C para a evaporação do álcool. O extrato hidroalcoólico (EH) obtido foi acondicionado em frasco âmbar e mantido sob congelamento até o uso.

Figura 2 – Aspecto externo (a) e interno (b) de *Selenicereus costaricensis*.



Fonte: Autoria própria (2024).

4.2. Produção dos revestimentos comestíveis

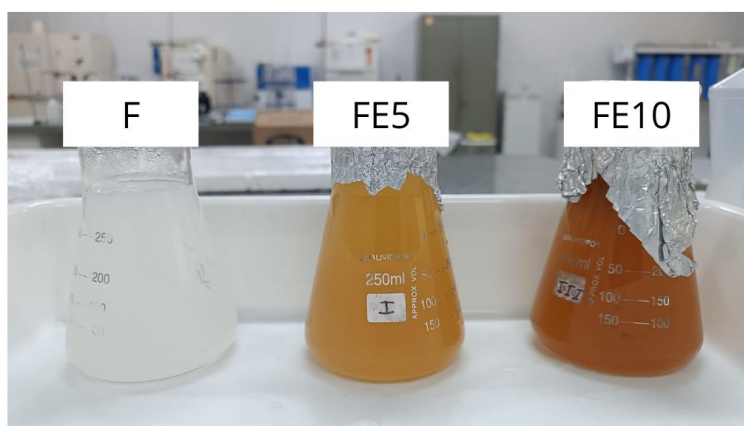
Os revestimentos comestíveis foram produzidos usando uma solução base de fécula de mandioca a 3%, a qual foi solubilizada em água destilada estéril (Oliveira *et al.*, 2018). A solução base de fécula foi acrescida de SORBITOL-D (-) P.S como agente plastificante 20% em relação a massa seca do biopolímero utilizado. Para a gelatinização dos grânulos de amido, a mistura foi aquecida a 65 °C durante 15 minutos sob agitação constante a 1200 rpm em agitador magnético. A solução filmogênica foi resfriada à 40 °C para a adição do EH das cascas de pitaya nos tratamentos (tabela 1), numa proporção de 10% em relação ao volume preparado de revestimento (figura 3).

Tabela 1 – grupos de estudo e composição dos revestimentos comestíveis

GRUPOS	REVESTIMENTOS
CO	-
QF	Fécula à 3%
QFE5	Fécula à 3% + EH5%
QFE10	Fécula à 3% + EH10%

CO: controle (sem revestimento), QF: queijo de coalho com revestimento de fécula 3%, QFE5: queijo de coalho com revestimento de fécula 3% e extrato a 5%, QFE10: queijo de coalho com revestimento de fécula 3% e extrato a 10%, EH: extrato hidroalcolóico, Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 3 – aspecto dos revestimentos produzidos



F: fécula de mandioca a 3%, FE5: fécula de mandioca a 3% com extrato a 5%, FE10: fécula de mandioca 3% com extrato a 10%, **Fonte:** Autoria própria (2024).

4.2.1. Aplicação no queijo de coalho

O queijo de coalho utilizado nas análises foi adquirido em comércio varejista local, este foi cortado assepticamente em frações de aproximadamente 15 gramas para aplicação dos tratamentos segundo a metodologia descrita por Costa *et al.* (2012) através do método *dipping*. Palitos de madeira previamente estéreis foram usados como suporte para a imersão dos queijos nas soluções filmogênicas produzidas por três vezes consecutivas durante 5 segundos cada. Pós imersão, em sala climatizada à 25 °C, os queijos foram fixados em um suporte de isopor com filme PVC para a secagem do revestimento. Após a secagem completa, os queijos foram embalados e acondicionados durante 7 dias, sendo realizadas análises microbiológicas em diferentes tempos (0, 3 e 7).

Quadro 1 – Delineamento das análises realizadas

DIAS ANALISADOS	GRUPOS			
	CO	QF	QFE5	QFE10
0				
3				
7				

CO: controle (sem revestimento), QF: queijo de coalho com revestimento de fécula 3%, QFE5: queijo de coalho com revestimento de fécula 3% e extrato a 5%, QFE10: queijo de coalho com revestimento de fécula 3% e extrato a 10%, **Fonte:** Autoria própria, 2024.

4.3. Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com os métodos da *American Public Health Association* (APHA, 2015) descritas por Silva *et al.* (2017). Para tal, 10g de cada amostra foram pesadas e diluídas em 90 mL de água peptonada a 0,1%, para a obtenção da diluição 10^{-1} . A partir desta diluição, diluições subsequentes foram realizadas transferindo 1 mL da primeira diluição em tubos contendo 9 mL do mesmo diluente, conforme necessário.

4.3.1. Contagem de bactérias aeróbias mesófilas

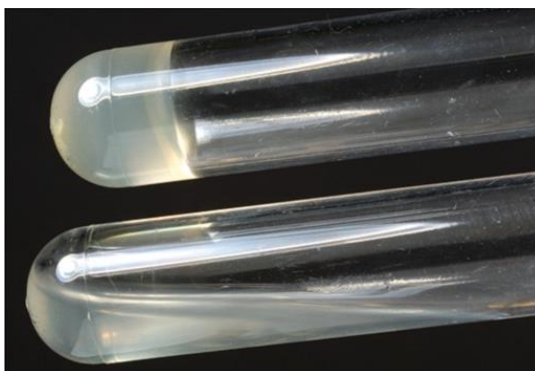
A quantificação de bactérias aeróbias mesófilas foi realizada por contagem padrão em placas determinando o número de unidades formadoras de colônia (UFC), através do método de plaqueamento em superfície. Placas contendo o meio *Plate Count Agar* (PCA) foram previamente preparadas, e então 0,1 mL das diluições selecionadas, em duplicata, foram inoculadas na superfície do meio e distribuídas uniformemente com o auxílio de uma alça Drigalsky. Após a absorção do inoculo no meio, as placas foram invertidas e incubadas

em estufa bacteriológica a $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ por $48\text{h}\pm 2\text{h}$. Passado o estágio de incubação, foi realizada a contagem das colônias formadas e sua expressão em UFC/g.

4.3.2. *Staphylococcus aureus* coagulase positivo

A análise de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo foi realizada através do método de plaqueamento em superfície, onde 0,1 mL da diluição selecionada foi inoculado em placas contendo o meio *Baird Parker Agar* (BPA), suplementado com telurito de potássio 1% e emulsão de gema de ovo. As placas foram incubadas invertidas em estufa bacteriológica a $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48h. Ao reduzir o telurito de potássio e hidrolisar a gema de ovo, *S. aureus* produz colônias características em meio sólido, de acordo com Silva *et al* (2017) apresentam coloração “preta ou cinza escuras, com 2-3mm de diâmetro, lisas, convexas, com bordas perfeitas, massa de células esbranquiçada nas bordas, rodeadas por uma zona opaca e, frequentemente, por um halo transparente”. Após o período de incubação, as colônias típicas foram repicadas em caldo BHI e incubadas por 24h à 37°C , passado esse período, uma alíquota de cada amostra foi transferida para tubos contendo Plasma de Coelho para verificar a presença de coágulos (figura 1) nas amostras.

Figura 4 – Ilustração da formação de coágulo firme no teste de coagulase.



Fonte: Êxodo científica, 2021.

4.4. Análise estatística

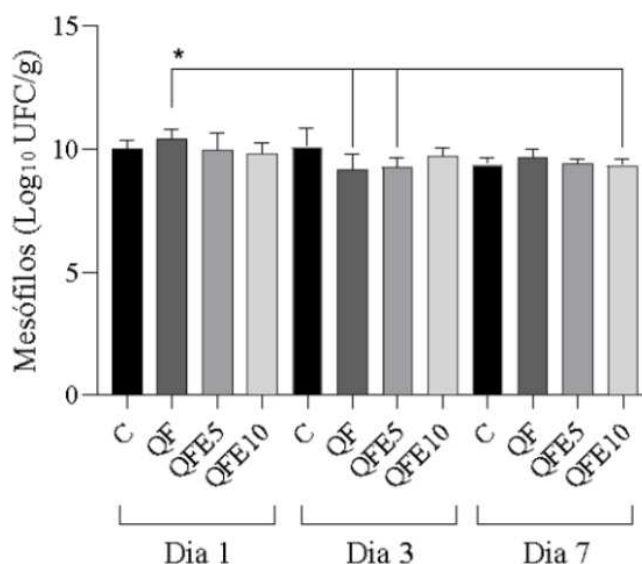
Os dados foram coletados em seis repetições e apresentaram distribuição normal de acordo com o teste de Shapiro-Wilk. As médias entre grupos foram submetidas a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, considerando significativo o valor $p < 0,05$. A análise estatística foi realizada através do programa GraphPad Prism 8.0 (Graphpad Software, Inc).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste estudo, não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos de estudo nos dias analisados de forma individual (figura 5). No entanto, ao longo dos dias de armazenamento (0, 3 e 7), houveram reduções significativas das contagens bacterianas entre grupos. As contagens de microrganismos mesófilos no queijo de coalho revestido com fécula de mandioca (QF) reduziram-se significativamente do 1º para o 3º dia de análise.

Os grupos contendo diferentes concentrações de EH das cascas de pitaya apresentaram reduções significativas nas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos durante o período de armazenamento. O grupo com 5% de extrato (QFE5) apresentou reduções significativas nas contagens no 3º dia de análise quando comparado ao grupo apenas com fécula de mandioca (QF) no 1º dia, já o grupo com 10% de extrato (QFE10) levou a reduções significativas nas contagens bacterianas do 7º dia analisado quando comparado ao QF no 1º dia.

Figura 5 - Contagem de aeróbios mesófilos (Log_{10} UFC/g) em queijo de coalho nos dias um, três e sete de armazenamento refrigerado.



C: controle (queijo sem revestimento), Q: queijo, F: fécula de mandioca a 3 %, FE5: fécula de mandioca a 3 % e extrato hidroalcoólico de cascas de pitaya a 5 %, FE10: fécula de mandioca a 3 % e extrato hidroalcoólico de cascas de pitaya a 10 %, *($p < 0,05$). **Fonte:** Autoria própria (2024).

No entanto, tais reduções não podem ser associadas à adição do extrato ao revestimento, pois entre grupos, em dias específicos, como observado no 3º dia de análise, não houveram diferenças estatísticas, indicando que as reduções foram semelhantes para os grupos com (QFE5) e sem extrato (QF) (figura 5). Quanto as reduções microbianas associadas ao revestimento de fécula (QF), Santos (2019), as atribui a capacidade de formação de barreira entre o meio externo e alimento, dificultando a troca de oxigênio, e consequentemente o metabolismo microbiano.

Resultados semelhantes foram relatados por Soares *et al.* (2019), onde o revestimento com 3% de fécula reduziu significativamente as contagens de aeróbios mesófilos no 3º dia de armazenamento refrigerado. Em contraste, neste estudo, as diferenças observadas nas contagens microbianas foram significativas entre grupos. Durante o período de armazenamento é esperado que a carga microbiana aumente com o tempo, assim, uma redução nessa carga pode prolongar a vida útil do produto. As reduções observadas nos tratamentos (QF, QFE5 e QFE10) ao longo dos dias de armazenamento, não diferiram significativamente do grupo controle, logo, apesar da redução microbiana, não é possível afirmar que o extrato de fato teve um papel decisivo quanto a este grupo microbiano.

Quanto a análise de *S. aureus*, as colônias típicas crescidas em ágar BP foram submetidas a prova da coagulase, após 6 horas e 24 horas, não houve formação de coágulos firmes (figura 6), descartando a presença de *Staphylococcus aureus* coagulase positivo em todas as amostras analisadas.

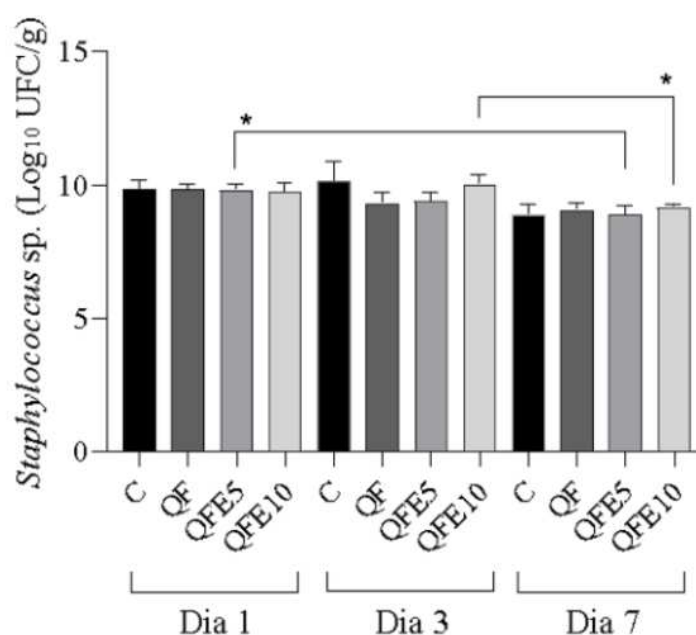
Figura 6 – prova da coagulase.



Fonte: Autoria própria (2024).

Em relação às contagens de *Staphylococcus sp*, os grupos que receberam o extrato hidroalcólico (EH) das cascas de pitaya incorporado ao revestimento de fécula apresentaram reduções significativas nas contagens em dias distintos, enquanto o revestimento composto apenas com fécula de mandioca (QF) não demonstrou reduções significativas ao longo do período de armazenamento refrigerado. Esses resultados contrastam com os obtidos por Soares *et al.* (2019), em que revestimentos de fécula de mandioca à 3% promoveram reduções significativas logo no primeiro dia de análise.

Figura 7 – Contagem de *Staphylococcus sp* (Log_{10} UFC/g) em queijo de coalho nos dias um, três e sete de armazenamento refrigerado.



C: controle (queijo sem revestimento), Q: queijo, F: fécula de mandioca a 3 %, FE5: fécula de mandioca a 3 % e extrato hidroalcoólico de cascas de pitaya a 5 %, FE10: fécula de mandioca a 3 % e extrato hidroalcoólico de cascas de pitaya a 10 %, *($p < 0,05$). **Fonte:** Autoria própria (2024).

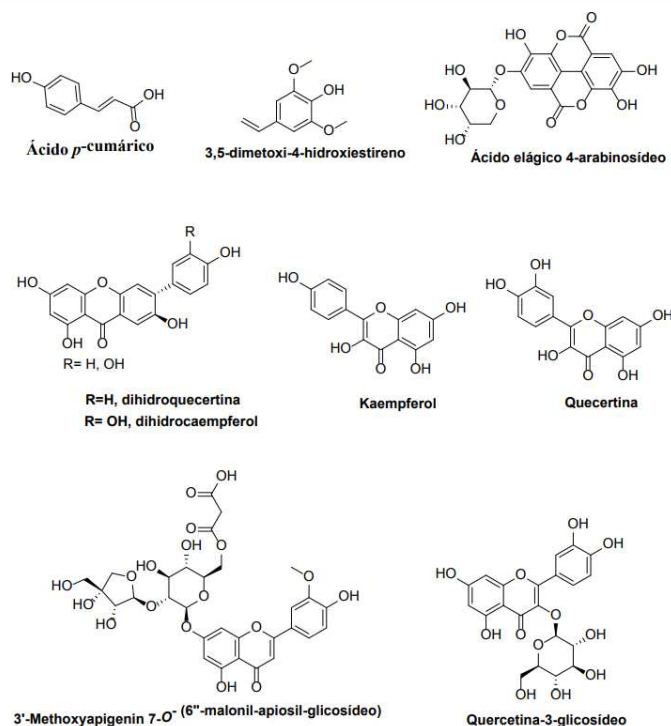
Os revestimentos à base de fécula com EH de pitaya a 5% e 10% apresentaram reduções significativas de *Staphylococcus* sp. O grupo QFE5 apresentou redução significativa das contagens entre o 1º e o 7º dia de análise, enquanto o grupo QFE10 apresentou reduções significativas entre o 3º e 7º dia. Embora não tenha havido diferenças estatisticamente significativas nas contagens entre grupos nos dias analisados individualmente, as reduções observadas ao longo do período de armazenamento nos grupos com EH das cascas de pitaya indicam que sua adição teve um impacto positivo na redução de *Staphylococcus* sp. presente no queijo de coalho, em comparação com os demais grupos.

Atualmente, não há registros de estudos relatando o uso do EH das cascas de pitaya em revestimentos para queijos, especialmente no queijo de coalho. No entanto, a espécie *Selenicereus costaricensis* tem sido investigada como uma fonte potencial de pectina para a produção de revestimentos comestíveis (Tien *et al.*, 2023; Tristante *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024). Além disso, alguns estudos *in vitro* indicam o potencial antibacteriano das cascas da pitaya.

Astridwiyanti, Mahendra e Dewi (2019), verificaram que o extrato etanólico produzido a partir das cascas da pitaya vermelha (*Selenicereus costaricensis* ou *Hylocereus polyrhizus*) apresentou uma concentração inibitória mínima (CIM) de 25% contra *S. Aureus* ATCC 25923. Tamia (2011), em estudo utilizando uma concentração de 10% do extrato etanólico das cascas de pitaya, observou atividade antimicrobiana não só contra *S. aureus*, mas também contra *Pseudomonas sp*, *E. coli* e *B. cereus*, com halos variando de 6,88mm a 8,33 mm.

Os estudos *in vitro* indicam que concentrações relativamente baixas do extrato das cascas de pitaya apresentam potencial antimicrobiano, todavia, a eficácia destes extratos pode variar de acordo com a forma de extração dos compostos, bem como o solvente utilizado. A água, por exemplo, como solvente, é capaz de dissolver compostos polares que contêm hidroxila (OH) em sua composição, Lira *et al.* (2018) identificaram a presença de compostos da classe flavonoides no extrato aquoso das cascas de *Selenicereus costaricensis*.

Figura 8 – Metabólitos secundários encontrados em *Selenicereus costaricensis*.



Fonte: Lira *et al* (2018).

O potencial dos resíduos da pitaya pode ser atribuído aos compostos bioativos presentes nesse fruto (figura 8). Os flavonoides, encontrados nos extratos de *Hylocereus sp.*, são metabólitos com atividade antioxidante predominante (Lira *et al.*, 2018). Além disso, as betalaínas que conferem a coloração característica vermelho-arroxeadada da pitaya, também estão associadas à propriedades antimicrobianas (Chatterjee *et al.*, 2024).

As concentrações de EH das cascas da pitaya em estudo (5% e 10%) utilizadas no queijo foram relativamente baixas. Foi possível observar que o grupo QFE10, apresentou uma tendência na redução das contagens de *Staphylococcus sp.* a partir do 3º, ficando mais evidente no 7º dia de análise. É possível que o aumento das concentrações utilizadas poderia potencialmente melhorar a eficácia antimicrobiana do revestimento.

Nos testes *in vitro* (Tamia, 2011; Setiani *et al.*, 2020), diferentes concentrações demonstraram atividade antimicrobiana, o que pode ser atribuído à maior sensibilidade destes testes, pois ocorrem em um ambiente controlado, diferente do ambiente complexo encontrado nos alimentos. Na aplicação prática no queijo de coalho, alguns fatores, como a interação dos compostos bioativos com a matriz alimentar e a dinâmica do crescimento bacteriano durante o armazenamento podem ter limitado a ação do extrato. Tais interações podem reduzir a atividade dos compostos extraídos, explicando em parte as diferenças observadas nos testes *in vitro* e na aplicação no queijo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho indicam que as concentrações (5% e 10%) do extrato das cascas da pitaya (*Selenicereus costaricensis*), incorporadas ao revestimento de fécula de mandioca não foram suficientes para reduzir significativamente a carga microbiana geral no queijo de coalho, assim, não tendo impacto decisivo na sua conservação durante o período analisado. Entretanto, o extrato a 10%, quando incorporado ao revestimento, teve impacto significativo e positivo na redução de *Staphylococcus sp.* presente no queijo de coalho. Modificações nas concentrações do extrato, bem como no solvente utilizado, podem ser uma via para aumentar a eficiência deste revestimento para seu uso no queijo de coalho como alternativa à sua conservação e segurança.

7. REFERÊNCIAS

- ADNAN, L.; OSMAN, A.; HAMID, A. A. Antioxidant Activity of Different Extracts of Red Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) Seed. **International Journal of Food Properties**, v. 14, n. 6, p. 1171-1181, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/10942911003592787>.
- ASTRIDWIYANTI, A. A. B.; MAHENDRA, A. N.; DEWI, N. W. S. Uji efektivitas ekstrak etanol kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 secara *in vitro*. **Intisari Sains Medis**, v. 10, n. 3, p. 482-486, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15562/ism.v10i3.425>.
- BARROS, D. M. *et al.* Coalho cheese with incorporated chitosan and as a coating: effect on the viability of *Staphylococcus aureus* and sensory acceptance. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 63, p. 3477, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6supl3p3477>.
- BOARI, C. A. *et al.* Microbiologia da fermentação de queijos. In: MARTIN, J. G. P.; LINDNER, J. D. **Microbiologia de alimentos fermentados**. São Paulo: Editora Blucher. ISBN 9786555061338, p. 114-124, 2022.
- BRASIL. Padrões microbiológicos de alimentos (Instrução Normativa nº 161 de 1º de Julho de 2022). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2022.
- BRASIL. Regulamento técnico de identidade e qualidade de manteiga da terra, queijo de coalho e queijo de manteiga (Instrução Normativa nº 30 de 26 de junho de 2001). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 2001.
- BRUNO, L. M.; CARVALHO, J. D. G. Microbiota láctica de queijos artesanais. **Embrapa Agroindústria Tropical, documentos**, v. 124, ISSN 1677-1915, 2009.
- CAMARGO, A. C. *et al.* Microbiological quality and safety of Brazilian artisanal cheeses. **Brazilian Journal Of Microbiology**, v. 52, n. 1, p. 393-409, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s42770-020-00416-9>.
- CAMPBELL-PLATT, G. **Ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Editora Manole, 2015.
- CARMEN, F.; FRANCES, C.; BARTHE, L. Trends on valorization of pitaya fruit biomass through value-added and green extraction technology – A critical review of advancements and processes. **Trends in Food Science & Technology**, v. 138, p. 339-354, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2023.06.014>.
- CAVALCANTE, J. F. M. *et al.* Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura láctica endógena. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 205-214, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612007000100036>.
- COSTA, B. L.; OLIVEIRA, M. C.; SILVA, J. B. Prospeção Científica e Tecnológica Sobre Revestimentos Comestíveis de Polissacarídeos para Conservação de Alimentos. **Cadernos de Prospeção**, v. 15, n. 4, p. 1212-1227, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v15i4.49093>.

COSTA, T. L. E. *et al.* Avaliação de coberturas comestíveis compostas por quitosana e argila no revestimento em tomates sob refrigeração pelo método dipping. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 12-19, 2012.

CHATTERJEE, D. *et al.* Therapeutic potential of various functional components presents within dragon fruit: a review. **Hybrid Advances**, v. 6, p. 100185, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hybadv.2024.100185>.

DAMODARAN, S; PARKIN; K. L. Química de alimentos de Fennema. Porto Alegre: ArtMed, ISBN 9788582715468, 2019.

DEFRUYT, S. Towards a new plastics economy. **Field Actions Science Reports**. The Editora Blucher, 2017. 561 p., 2019.

Exôdo Científica. Disponível em: <https://exodocientifica.com.br/coagulase-plasma/>. Acesso em: 02 de nov. 2024.

FAKHOURI, F. M. *et al.* Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612007000200027>.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Espécies, variedades e cultivares. In: SANTOS; Dalíhnia Nazaré dos; PIO, Leila Aparecida Salles; FALEIRO; Fábio Gelape. **Pitaya: Uma Alternativa Frutífera**. Brasília, DF: ProImpress. ISBN: 9786599117916, p. 9-16, 2022.

FRANCO, B. D. G. M. In: Franco, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu. ISBN 8573791217, p. 1-12, 2008.

In vitr, L.; VALENCE, F.; MOUNIER, J. Diversity and Control of Spoilage Fungi in Dairy Products: an update. **Microorganisms**, v. 5, n. 3, p. 42, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms5030042>.

GAUER, P. C. *et al.* Hydroalcoholic extract of pitaya (*Hylocereus guatemalensis*) supplied in the diet for blue Betta splendens and its effects on fish pigmentation. **Research Gate**, 2022.

IVERSEN, L. J. L. *et al.* The Emergence of Edible and Food-Application Coatings for Food Packaging: a review. **Molecules**, v. 27, n. 17, p. 5604, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules27175604>.

JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. Taxonomy, Role, and Significance of Microorganisms in Foods. In: JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Modern Food Microbiology**. 7. ed. New York: Springer. ISBN 0387234136, p; 13-31, 2005.

JIANG, H. *et al.* Nutrition, phytochemical profile, bioactivities and applications in food industry of pitaya (*Hylocereus spp.*) peels: a comprehensive review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 116, p. 199-217, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.040>.

KABIR, F. *et al.* Antioxidant and cytoprotective activities of extracts prepared from fruit and vegetable wastes and by-products. **Food Chemistry**, v. 167, p. 358-362, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.099>.

KURE, C. F.; SKAAR, I. The fungal problem in cheese industry. **Current Opinion in Food Science**, v. 29, p. 14-19, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2019.07.003>.

LIMA, R. C. *et al.* Green and Healthier Alternatives to Chemical Additives as Cheese Preservative: natural antimicrobials in active nanopackaging/coatings. **Polymers**, v. 13, n. 16, p. 2675, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/polym13162675>.

LIRA, S. M. *et al.* Caracterização fitoquímica dos extratos bruto e aquoso da polpa e da casca de pitaya vermelha (*Hylocereus polyrhizus*). **A Face Multidisciplinar das Ciências Agrárias - Livro técnico**, 2018.

LOPES, A. R. *et al.* Conservação de goiabas com revestimentos comestíveis de amido e caseína com extrato de barbatimão. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, v. 26, n. 4, p. 295-305, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13083/reveng.v26i4.928>.

LUCHESI, C. L. *et al.* Development and characterization of cassava starch films incorporated with blueberry pomace. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 106, p. 834-839, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.08.083>.

LUVIELMO, M.; LAMAS, S. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4013/ete.2012.81.02>.

MAHCENE, Z. *et al.* Home-made cheese preservation using sodium alginate based on edible film incorporating essential oils. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 6, p. 2406-2419, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-020-04753-3>.

MAJEED, T. *et al.* Role of additives in starch-based edible films and coating: a review with current knowledge. **Progress in Organic Coatings**, v. 181, p. 107597, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2023.107597>.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-155, 2010.

MARAN, J. P. *et al.* Development of model for barrier and optical properties of tapioca starch based edible films. **Carbohydrate Polymers**, v. 92, n. 2, p. 1335-1347, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.09.069>.

MARTIN, N. H.; TORRES-FRENZEL, P.; WIEDMANN, M. Invited review: controlling dairy product spoilage to reduce food loss and waste. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 2, p. 1251-1261, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2020-19130>.

MELLO, F. R.; GIBBERT, L. **Controle e qualidade dos alimentos**. Porto Alegre: SAGAH. ISBN 9788595022409, p.15, 2017.

MELO, E. C. C. *et al.* Efeito de coberturas comestíveis a base de quitosana e extrato de romã em parâmetros de qualidade de queijo coalho. **Scientia Plena**, v. 19, n. 1, p. 011501, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2023.011501>.

MELO, W. G. *et al.* Análise da qualidade do queijo coalho vendidos em uma feira livre do município de Campina Grande-PB. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. 28510716457, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16457>.

NAKAYAMA, S. H. E. K. **Caracterização físico-química e extração dos pigmentos presentes em cascas de pitaia**. 2020. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020.

NASCIMENTO, M. G. F.; CORBIA, A. C. G.; NASCIMENTO, E. R. Limitações da técnica de isolamento e enumeração de *Staphylococcus aureus*. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA**, 2001.

NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. Queijo de coalho. 2006. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**. ISBN 85-7383-325-4, 40 p., 2006.

NUNES, A. C. D. *et al.* 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://dx.doi.org/10.19084/RCA16048>.

NURMAHANI, M. M. *et al.* Antibacterial property of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* peel extracts. **International Food Research Journal**, v. 19, n.1, 2012.

OLIVEIRA, F. I. P. *et al.* Ocorrência de *Staphylococcus aureus* em queijos tipo coalho. **Cadernos ESP**, v. 13, n. 2, p. 82-93, 2019.

OLIVEIRA, V. C.; MENDES, F. Q. Formulação de novos produtos a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais: Uma revisão narrativa. In: **Ciências Agrárias: O Avanço da Ciência no Brasil**. Editora Científica Digital. ISBN 9786553601734, v. 2, c. 7, p. 98-115, 2021.

OLIVEIRA, V. R. L. *et al.* Effect of Drying Temperature in Biopolymeric Films of Cassava Starch and its Effect on Wettability, Water Vapor Barrier and Mechanical Properties. **Materials Science Forum**, v. 930, p. 270-275, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.930.270>.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422004000200020>.

RAMOS, Ó. L. *et al.* Evaluation of antimicrobial edible coatings from a whey protein isolate base to improve the shelf life of cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 11, p. 6282-6292, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5478>.

REGUENGO, L. M. *et al.* Agro-industrial by-products: valuable sources of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 152, p. 110871, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110871>.

RIBEIRO, A. M.; ESTEVINHO, B. N.; ROCHA, F. Preparation and Incorporation of Functional Ingredients in Edible Films and Coatings. **Food and Bioprocess Technology**, v. 14, n. 2, p. 209-231, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-020-02528-4>.

RODRIGUES, H. G. A.; SIQUEIRA, A. C. P. ; SANTANA, L. C. L. A. Application of edible coatings based on chitosan and cassava starch incorporated with tamarind seed extract in the preservation of guavas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p. e119963695, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3695>.

ROMANI, V. P. *et al.* Cold plasma and carnauba wax as strategies to produce improved bi-layer films for sustainable food packaging. **Food Hydrocolloids**, v. 108, p. 106087, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106087>.

SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M. L. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. American Public Health Association, 2015.

SANTOS, E. V. *et al.* Influência do revestimento comestível à base de fécula de mandioca e óleo essencial na conservação de queijo minas frescal. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do Ifpb**, v. 1, n. 45, p. 76, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n45p76-89>.

SARAIVA, M. C.; DUTRA, S. A.; BARROSO, A. B. O controle de qualidade na produção de queijo de Coalho no Brasil: uma revisão. **Research, Society And Development**, v. 12, n. 3, p. 13412340534, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40534>.

SCARAMUSSA, S. A. L.; NASCIMENTO, C. R. V.; SANTANA, L. C. L. A. Antioxidant potential of edible coatings incorporated with unfermented and fermented noni residue extracts. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 167101220213, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20213>.

SETIANI, D. Antibacterial Activity Testing of Red Dragon Fruit Peel On Pseudomonas Sp. **STRADA: Jurnal Ilmiah Kesehatan**, v. 9, n. 1, p. 303-309, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.30994/sjik.v9i1.325>.

SILVA, D. J. *et al.* Avaliação do uso de extrato de bagaço de uva como ecoaditivo antimicrobiano para embalagens alimentícias multifuncionais de polipropileno. In: **Open Science Research IV**, Editora Científica Digital. p. 1164-1180, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.37885/220408725>.

SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**.

SILVA, V. D. M. *et al.* Filmes e revestimentos comestíveis: conceito, biopolímeros, métodos de preparo e aplicações em alimentos. In: MELO, Julio Onésio Ferreira. **Ciências Agrárias: O Avanço da Ciência no Brasil-volume 5**, n. 1, p. 268-285, 2022.

SOARES, K. M. P. *et al.* Microbiologia de queijo tipo coalho produzido com leite pasteurizado recoberto com cobertura a base de fécula de mandioca e sorbitol, **I CONIMAS**

E III CONIDIS/2019 - Vol 1. Campina Grande: Realize Editora, p. 666-682, 2020. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/65025>>.

SOUZA, F. R. A. *et al.* Biopolímeros na indústria de alimentos: do aproveitamento de resíduos agroindustriais a produção de biopolímeros. In: Verruck, Silvani. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Editora Científica Digital, v. 4, cap. 24, p. 370-388, 2021.

TAMIA, A. **Potensi ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai senyawa antimikroba= The Potention of red dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*) extract as antimicrobial agents**. 2011. Tese (Doutorado), Universitas Pelita Harapan, Indonésia, 2011.

TEIGISEROVA, D. A.; HAMELIN, L.; THOMSEN, M. Review of high-value food waste and food residues biorefineries with focus on unavoidable wastes from processing. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 149, p. 413-426, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.003>.

TIEN, N. N. T. *et al.* Biodegradable films from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel pectin and potato starches crosslinked with glutaraldehyde. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 37, p. 101084, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101084>.

TRISTANTO, N. A. *et al.* Pectin extracted from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel and its usage in edible film. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 276, p. 133804, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133804>.

WU, L. *et al.* Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, v. 95, n. 2, p. 319-327, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.002>.

ZHANG, X. *et al.* Edible films of pectin extracted from dragon fruit peel: effects of boiling water treatment on pectin and film properties. **Food Hydrocolloids**, v. 147, p. 109324, 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109324>.