



**BRENDA SHIURLY DA CRUZ SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE REVESTIMENTOS POLIMÉRICOS  
PARA PRESERVAÇÃO DE QUEIJOS COM FORMAÇÃO DE  
GÁS**

**LAVRAS - MG**

**2021**

**BRENDA SHIURLY DA CRUZ SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE REVESTIMENTOS POLIMÉRICOS PARA PRESERVAÇÃO  
DE QUEIJOS COM FORMAÇÃO DE GÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia de  
Alimentos, para a obtenção do título de  
Bacharel.

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Marali Vilela Dias  
Orientadora

**LAVRAS - MG**

**2021**

**BRENDA SHIURLY DA CRUZ SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DE REVESTIMENTOS POLIMÉRICOS PARA PRESERVAÇÃO  
DE QUEIJOS COM FORMAÇÃO DE GÁS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia de  
Alimentos, para a obtenção do título de  
Bacharel.

APROVADA em 25 de novembro de 2021.

Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos UFLA

Laura Fonseca Ferreira UFLA

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Marali Vilela Dias

Orientadora

**LAVRAS - MG**

**2021**

## RESUMO

Queijos especiais são aqueles que possuem peculiaridades que dão características diferenciadas ao produto final como por exemplo Gouda, Gruyère e Camembert. Queijos com formação de gases possuem particularidades durante a produção para que haja a formação das olhaduras nas etapas de maturação. Durante as etapas de maturação pode ocorrer crescimento intensivo de leveduras, bolores e bactérias devido às condições ambientais externas em que os queijos se encontram. Para evitar a ocorrência de crescimento de mofos e leveduras os laticínios adicionam um processo a mais a esta etapa para que os requisitos de qualidade sejam atendidos, como a aplicação diária de solução fungicida nos queijos e a utilização de revestimentos alimentícios é uma alternativa a esse tratamento. Este trabalho teve como objetivo avaliar três revestimentos sendo dois deles revestimentos já comercializados e difundidos na indústria e outro revestimento feito à base de cebola desenvolvido por universidade parceira. Os revestimentos foram caracterizados em relação à testes mecânicos de tração e punctura, permeabilidade ao vapor de água, energia de superfície, atividade antioxidante e transparência. O revestimento Delvo®Coat apresentou menores resultados para módulo de elasticidade e resistência máxima à tração 1,48 MPa e 277,89 MPa, respectivamente, ao passo que a embalagem PackAge® obteve o maior resultado entre as amostras com resistência máxima à tração de 24323,71 MPa e o filme de cebola intermediário com 1153,21 MPa e para ME não diferiram entre si. Para energia de superfície todos os revestimentos apresentaram menores resultados para a componente polar em relação a componente dispersiva, ou seja, todos tendem a interagirem quimicamente com materiais de carácter hidrofóbico. Em relação à PVA o revestimento Delvo®Coat apresentou maior resultado, o que não se era esperado, provavelmente devido à diferença de comportamento do revestimento no formato de filme e aplicado ao queijo. O filme de cebola apresentou menores resultados de transparência e foi o único que apresentou potencial antioxidante. Após a caracterização não se recomenda a utilização do revestimento Delvo®Coat para aplicação em queijos com formação de gases devido resultados mecânicos. A embalagem PackAge® por ser amplamente utilizada pela indústria é uma referência de embalagem para este fim e o revestimento de cebola apresentou resultados semelhantes à mesma, recomendando-se sua aplicação em alguns queijos de olhadura além de apresentar um diferencial de potencial antioxidante obtendo bons resultados.

**Palavras-chave:** Revestimento, queijo, olhaduras.

## ABSTRACT

Special cheeses are those that have peculiarities that give different characteristics to the final product, such as Gouda, Gruyère and Camembert. Cheeses with gas formation have particularities during production so that there is the formation of eyes during the maturation stages. During the maturation stages, intensive growth of yeasts, molds and bacteria can occur due to the external environmental conditions in which the cheeses are found. To prevent the occurrence of mold and yeast growth, dairy products add an extra process to this stage so that the quality requirements are met, such as the daily application of a fungicide solution on cheeses and the use of food coatings is an alternative to this treatment. This work aimed to evaluate three coatings, two of them coatings already commercialized and disseminated in the industry and another coating made from onion developed by a partner university. The coatings were characterized in relation to mechanical tests of tensile and puncture, water vapor permeability, surface energy, antioxidant activity and transparency. The Delvo®Coat coating showed the lowest results for EM and maximum tensile strength of 1.48 MPa and 277.89 MPa, respectively, while the PackAge® packaging obtained the highest result among the samples with maximum tensile strength of 24323.71 MPa and the intermediate onion film with 1153.21 MPa and for EM did not differ from each other. For surface energy, all coatings presented lower results for the polar component than for the dispersive component, that is, all of them tend to chemically interact with materials with a hydrophobic character. In relation to WPV, the Delvo®Coat coating showed better results, which was not expected, probably due to the difference in the behavior of the coating in the film format and applied to the cheese. The onion film showed lower transparency results and was the only one that showed antioxidant potential. After characterization, it is not recommended to use the Delvo®Coat coating for application on cheeses with gas formation due to mechanical results. The PackAge® packaging, as it is widely used by the industry, is a packaging reference for this purpose and the onion coating showed results similar to it, recommending its application in some cheeses, in addition to presenting a differential in antioxidant potential, obtaining good results.

**Key words:** Coating, cheese, eyes

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	4
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	6
2.1. Queijos com formação de gás .....	6
2.2. Revestimentos Alimentícios Comerciais .....	7
2.2.1. Coatlab – Granotec .....	8
2.2.2. Delvo® Coat – DSM .....	9
2.2.3. PackAge® - DSM.....	9
2.3. Filmes naturais – Cebola.....	9
2.4. Análises Mecânicas em Revestimentos .....	10
2.5. Permeabilidade ao Vapor de Água .....	12
2.6. Energia de Superfície .....	12
2.7. Atividade Antioxidante .....	13
2.8. Transparência.....	14
3. METODOLOGIA .....	15
3.1. Pesquisa de Dados.....	15
3.2. Planejamento experimental.....	15
3.3. Obtenção dos revestimentos .....	15
3.4. Caracterização dos revestimentos .....	16
3.4.1. Permeabilidade ao vapor de água (PVA) .....	16
3.4.2. Teste de Tração.....	16
3.4.3. Teste de punctura.....	17
3.4.4. Energia de superfície .....	17
3.4.5. Transparência.....	17
3.4.6. Atividade Antioxidante.....	17
3.5. Análise Estatística .....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	18
5.1. Energia de Superfície .....	18
5.2. Permeabilidade ao vapor de água (PVA).....	19
5.3. Transparência.....	20
5.4. Atividade Antioxidante .....	23
5.5. Análises Mecânicas.....	23
5.5.1. Teste de Tração.....	23

5.5.2. Teste de punctura.....	25
6. CONCLUSÃO .....	25
7. REFERÊNCIAS.....	27

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado de queijos no Brasil tem avançado de forma considerável ao longo dos anos. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (2014) o consumo de queijos per capita deverá alcançar em média 11 Kg em 2030. Comparando este valor com o de outros países como a França onde o consumo per capita é de 23 Kg, ainda se tem um consumo baixo no Brasil, mas de acordo com especialistas é o que torna o país promissor, sendo um alvo para diversas empresas inclusive as estrangeiras. Considerando um consumo total, entre 2005 e 2013 o avanço foi de 8% a 9% ao ano em média no país. O fator renda contribui para este avanço, de acordo com Ramalho (2021) produtos lácteos como requeijão, cream cheese, petit suisse entre outros tiveram uma evolução em seu consumo no Brasil nos últimos 10 anos.

O processo de produção de queijos especiais, em especial os queijos com formação de gases, possuem particularidades para que haja a formação das olhaduras, principalmente nas etapas de maturação as quais são responsáveis pela caracterização deste tipo de produto. Para manter o rigor no controle de qualidade das produções destes queijos, ocorre um desprendimento maior em relação à mão de obra por parte da indústria para que os requisitos de qualidade sejam atendidos independentemente da proporção da produção.

Durante as etapas de maturação o crescimento intensivo de leveduras, bolores e bactérias podem ocorrer na superfície do queijo devido às condições ambientais externas. Os laticínios utilizam algumas embalagens para evitar o crescimento de microrganismos. (Fajardo et al, 2010; Kampf & Nussinovitch, 2000; McSweeney, Ottogalli, e Fox, 2004).

Alguns revestimentos têm sido utilizados na preservação de queijos podendo agir como um material de embalagem individual, mas também como uma proteção adicional, se utilizado em combinação com outros materiais de embalagem (COSTA, 2018).

Durante a maturação os queijos com formação de gás sofrem um estufamento oriundo da formação das olhaduras, tornando-se mais abaulados. Diante disso, os revestimentos a serem aplicados nestes produtos devem ser flexíveis o suficiente para suportar o crescimento dos queijos durante esse processo de maturação, além de atender outras características como permissão à permeabilidade de gases para que haja a formação de casca durante a maturação, atributo indispensável para a qualidade de alguns queijos como Emmental e Gruyère, evitando que o gás migre para a superfície e atrapalhe na formação das olhaduras regulares, ovais e brilhantes.

A peculiaridade dos queijos de olhaduras como atributos relacionados à flexibilidade, pressão, exposição às oscilações de umidade e temperatura limita a utilização de alguns materiais mais comuns para o uso como revestimento.

Em contrapartida além de atendimento aos aspectos sensoriais dos produtos, atualmente ocorre um aumento na procura por produtos denominados “*clean label*”, produtos estes que são considerados mais naturais, livres de aditivos e/ou com a presença de ingredientes e aditivos naturais, entretanto agradáveis, nutricionalmente equilibrados, convenientes, com elevada durabilidade e a preços baixos (CALDEIRA, 2017).

Diante deste cenário dos consumidores, parte das indústrias demonstram interesse na utilização de aditivos e coadjuvantes naturais que contribuam na conservação dos alimentos em substituição aos sintéticos. No mercado de revestimentos alimentícios, há o uso de natamicina como um antifúngico natural produzido por *Streptomyces natalensis*, cujo emprego como aditivo alimentar está principalmente relacionado ao tratamento de superfície de queijos e embutidos, bem como na formulação de revestimentos alimentícios (VENTURI, 2012). Algumas pesquisas demonstraram bons resultados na aplicação de revestimentos a base de vegetais em alimentos, como por exemplo o uso de Extrato da Pimenta ‘Biquinho’ como revestimento comestível na conservação de goiabas (DANTAS, 2017).

Estudos têm focado a sua atenção sobre a utilização de conservantes alimentares derivados de especiarias e ervas aromáticas, tais como, alecrim, orégano, canela, sálvia, tomilho, menta, gengibre, cravo, cebola (GOTTARDI et al, 2016; ZAOUALI et al, 2010).

O uso do extrato de cebola é uma ótima alternativa para utilização em revestimentos alimentícios uma vez que benefícios potenciais à saúde, como atividade antiviral, atividade antimicrobiana e atividade anti-carcinogênica, têm sido atribuídos aos compostos bioativos da cebola, como compostos organosulfurados (dialil sulfeto, 146.2; dialilsulfóxido, 130.2 Da), peptídeos, proteínas e flavonoides (SULERIA, BUTT, ANJUM, SAEED; KHALID, 2015). Como agente medicinal, é amplamente utilizada em diversas culturas, apresenta potenciais características antioxidantes, anti-hiperlipidêmicas, anticarcinogênicas, antimutagênicas, anti-asmáticas, imunomodulatórias, antimicrobianas e prebióticas (ASEMANI, 2019; ROLDÁN-MARÍN, 2009; YANG, 2019).

A utilização de revestimentos alimentícios é uma alternativa para redução dos custos com funcionários e tratamentos nas superfícies dos queijos para evitar o crescimento de mofo

e leveduras, além de garantir a segurança dos alimentos atendendo às normativas referentes a saúde e segurança dos consumidores, e associados a formulações a partir de fontes naturais atende à uma demanda em bastante crescimento de produtos *clean label*.

Realizar um levantamento dos revestimentos alimentícios existentes no mercado e caracterizar alguns revestimentos selecionados na expectativa de permitir a avaliação de seu uso para aplicação em queijos com formação de gases.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1. Queijos com formação de gás

Queijos com formação de gás, apresentam essa característica por meio de dois processos: fermentação propiônica, mais comum em queijos como Emmental e Gruyère (“queijos Suíços”) e fermentação aromática que é mais comum em queijos como Gouda e Edam (“queijos semiduros”).

A formação de olhaduras através da fermentação propiônica se dá pelas bactérias propiônicas do gênero *Propionibacterium* que fermentam o lactato gerando  $CO_2$ , e este ao se dissolver na água gera o ácido carbônico, posteriormente o ácido carbônico sofrerá uma supersaturação na água do queijo na forma de gás formando assim, as olhaduras arredondadas, brilhantes e regulares. Esta supersaturação é acelerada em temperaturas mais elevadas, por isso para a fabricação de queijos com esse tipo de olhadura há uma etapa que é realizada em “câmara quente” (temperatura entre 16 a 22°C, dependendo do tipo do queijo) onde o índice de solubilidade dos gases na água diminui consideravelmente, e as olhaduras só são formadas quando há supersaturação do ácido carbônico (FURTADO, 2013).

Na fermentação aromática, os cultivos aromáticos também chamados de culturas LD são compostas por microrganismos do grupo “O” (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *Cremoris*) e pelo grupo aromático (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *Diacetylactis* e *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*). Estes microrganismos metabolizam o citrato presente no leite e no queijo produzindo  $CO_2$ , gás responsável pela formação das olhaduras e outros compostos que conferem aroma ao queijo (FURTADO, 2013).

O processo de formação de olhaduras se dá em uma etapa denominada maturação, onde os queijos são expostos às condições de tempo, temperatura e umidade específicas para que as características dos mesmos sejam obtidas. Segundo a Portaria 146 de março de 1996, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, entende-se por queijo maturado o que sofreu as trocas bioquímicas e físicas necessárias para as características da variedade do queijo (BRASIL, 1996).

Os queijos com formação de gases, como gruyère e emmental no Brasil, geralmente passam por três fases de maturação conhecidas como maturação em câmara fria, maturação em “câmara quente” e maturação em câmara fria novamente. Na primeira maturação, o queijo é mantido por um período de aproximadamente duas semanas, entre 8 a 10°C, com umidade relativa do ar de cerca de 80%. Nesta fase recomenda-se a aplicação de uma solução de sal e natamicina (antifúngico) a cada três dias para evitar o aparecimento de mofos e leveduras e auxiliar na formação da casca do queijo. Paralelamente a aplicação da solução, ocorre a viragem dos queijos, o que gera um desprendimento grande de mão de obra para a realização deste tratamento principalmente em produções com alta quantidade de lotes. Na segunda maturação, realizada em “câmara quente” o queijo permanecerá por várias semanas, que variam de 3 a 6 semanas a depender da fermentação desejada, a uma temperatura de 20 a 22°C, com umidade relativa do ar entre 80 a 85%. Nesta etapa também se recomenda a aplicação da solução de sal e natamicina na superfície dos queijos a cada três dias e viragem frequente dos mesmos, os queijos passam a apresentar um aspecto abaulado externamente devido ao crescimento das olhaduras. A maturação final ocorre em câmara fria (8 a 10°C e umidade relativa de 80%) onde os queijos ficam por várias semanas até adquirirem a formação final de aroma e sabor, nesta fase a produção de gás não é desejável.

## **2.2. Revestimentos Alimentícios Comerciais**

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não descreve uma legislação específica para revestimentos comestíveis, entretanto se os mesmos melhorarem a qualidade nutricional do alimento pode ser considerado um ingrediente, ou caso sejam adicionados intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, porém, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento podem ser considerados aditivos. Podem ser considerados coadjuvante de tecnologia de fabricação quando a substância não se consumir por

si só como ingrediente alimentar seja empregado intencionalmente na elaboração de matérias-primas, alimentos ou seus ingredientes, para obter uma finalidade tecnológica durante o tratamento ou fabricação, entretanto, deverá ser eliminada do alimento ou inativada (BRASIL, 1997).

O emprego de revestimentos alimentícios em produtos destaca-se a sua capacidade de conservação, proporcionando aos alimentos maior vida útil. Revestimento ou cobertura comestível é uma suspensão ou emulsão aplicada diretamente sobre a superfície do alimento, ocorrendo, após a secagem, a formação de uma fina película sobre o produto (GENNADIOS & WELLER, 1990). São constituídas por diferentes substâncias naturais e/ou sintéticas que se polimerizam e isolam o alimento, sem riscos à saúde do consumidor, uma vez que não são metabolizados pelo organismo e sua passagem pelo trato gastrointestinal se faz de maneira inócua (MAIA et al., 2000).

Na indústria alguns revestimentos são utilizados com este propósito de conservação, utilizam materiais como acetato de vinila e éster vinílico (Mowilith® LDM 2301 – Celanese), a base de natamicina com Poly Vinyl Acetato - PVA (Delvo® Coat – DSM), membranas que permitem a “respiração” do queijo (PackAge® - DSM). As fases de aplicação destes revestimentos durante a maturação dos queijos, varia de revestimento para revestimento podendo ser adicionada no início da maturação ou até mesmo ao final da maturação para ser então comercializado.

A aplicação de revestimentos alimentícios pode ser feita em diversos tipos de queijos como forma de conservação dos mesmos. Estudos de Da Costa, demonstraram bons resultados na aplicação de cera de abelha como revestimento na maturação de queijos prato e parmesão. Outros estudos de Lira (2019) apresentaram a aplicação de revestimento comestível à base de fécula de araruta e extrato de própolis verde em queijo coalho. Algumas empresas já comercializam alguns revestimentos alimentícios, conforme mostrado abaixo:

### **2.2.1. Coatlab – Granotec**

Revestimento para queijos duros ou massa dura com teor de umidade até 35,9% como por exemplo queijo parmesão e queijos semiduros ou massa semidura com teor de umidade entre 36,0 e 45,9% como exemplo tem-se o queijo prato. Possui natamicina (antifúngico natural) em sua formulação, permite a extensão da vida de prateleira do produto ao inibir crescimento de bolores e leveduras. Apresenta diferentes viscosidades, pH e cores.

### **2.2.2. Delvo® Coat – DSM**

Revestimento protetor de queijo, age como um conservante líquido de queijo à base de natamicina, um antifúngico natural, com PVA (Poly Vinyl Acetate). É um plástico formador de película que oferece proteção na superfície contra leveduras e bolores durante o amadurecimento do queijo, pode ser adicionado de corantes para apresentação diferenciada do produto.

### **2.2.3. PackAge® - DSM**

Considerada uma embalagem de alta tecnologia para amadurecer naturalmente o queijo. Envolve o queijo com uma membrana permeável à umidade e respirável que permite a maturação natural do queijo, sem o risco de crescimento de fungos e leveduras. Esta embalagem promete a eliminação do processo de remoção de crostas e menor tempo de produção. Aplicável para queijos duros e semiduros, inclusive em queijos com formação de gases como emmental e gruyere.

## **2.3. Filmes naturais – Cebola**

De forma geral, os alimentos são produtos altamente perecíveis. Neste contexto, desenvolver formas de preservação que sejam eficientes, econômicas e baratas é um grande desafio neste ramo (SILVA, 2011). Os produtores e usuários preferem embalagens de plástico sintético, devido seu baixo peso, facilidade de processamentos e boas propriedades físicas, além do custo de produção altamente competitivo (ALVES, 2009). De acordo com a Associação Brasileira de Embalagens, os plásticos representaram a maior participação no valor bruto da produção de embalagens representando aproximadamente 40% do total (ABRE, 2020).

No entanto, apesar das suas excelentes vantagens funcionais, sua composição diversa e fonte não renovável, torna o processo de reciclagem difícil, contribuindo diretamente para poluição ambiental (MELO et al., 2016). Além disso, plásticos sintéticos não são degradáveis, uma vez que não há enzimas ambientais naturais, que sejam capazes de decompô-lo. Por esse motivo, os materiais descartados aumentam o volume de resíduos nos aterros e constituem um grande desafio no setor ambiental (CARPINÉ et al., 2014; CAMPAGNER et al., 2014). Como alternativa a esse problema, surgiram os biofilmes comestíveis ou degradáveis biologicamente, que quando entram em contato com diversos tipos de microrganismos, degradam-se rapidamente. Essa é uma alternativa viável, que poderia substituir parte das embalagens de

plásticos sintéticos e apresenta como vantagem: não contribuir para a poluição do meio ambiente (HENRIQUE; CEREDA; SARMENTO, 2008). Com objetivo de suprir essas e outras questões ambientais, muitos pesquisadores buscaram materiais alternativos e biodegradáveis que pudessem ser aplicados às embalagens de alimentos. Assim, surgiram as primeiras pesquisas envolvendo biofilmes comestíveis como alternativas às embalagens de alimentos tradicionais (MOURA e AOUADA, 2014).

De acordo com esta estratégia promissora para fabricar embalagens inovadoras e sem polímeros sintéticos, a cebola (*Allium cepa* L.) surge como uma fonte potencial de filmes comestíveis polímeros sintéticos para aplicações relacionadas à embalagem biodegradável. Nos últimos anos, a produção mundial de cebola aumentou em pelo menos 25%, tornando-a a segunda cultura hortícola mais importante, com uma produção atual de cerca de 83 milhões de toneladas (FAO, 2017; Brewster, 1994)

Alimentos ricos em flavonoides e sulfóxidos de cisteína (compostos organosulfurados), são dois grupos que trazem muitos benefícios à saúde e a cebola é rica em ambos. Dentre os flavonoides pode-se destacar presentes na cebola, as antocianinas, as quercetinas e seus derivados. As antocianinas, quercetinas e seus derivados são de grande interesse pelas suas propriedades anticarcinogênicas (SOUZA, 2008). Além disso, segundo Nuutila, Kammiovirta e Oksman-Caldentey (2002), extratos de cascas de cebola apresentam alta capacidade antioxidante, propriedade muito importante no que se trata para o uso em aplicações alimentícias para retardar reações de oxidação que diminuem a vida de prateleira dos produtos, devido alterações sensoriais.

Pesquisadores realizaram a elaboração de filmes a base de cebola (*Allium cepa* L.) e identificaram além da possibilidade de produção em larga escala a viabilidade de produzir bioplásticos ecológicos com vários recursos relevantes para uma variedade de aplicações de valor agregado (DOS SANTOS DIAS, 2020). Estudos identificaram ausência de mutagenicidade e citotoxicidade nos filmes em questão o que demonstra aplicabilidade em alimentos (BARRETO, 2020).

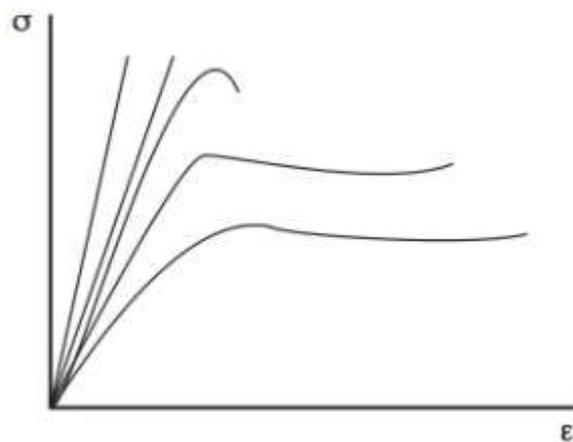
#### **2.4. Análises Mecânicas em Revestimentos**

As propriedades mecânicas, térmicas, elétricas, ópticas, etc., de um determinado filme fino são determinadas fortemente pelas características físicas e químicas das superfícies externas e/ou internas, delimitando assim as potencialidades de aplicação tecnológica deste

revestimento. Face a isto, deve-se estudar profundamente o comportamento de um determinado material de revestimento relativamente à adesão a elasticidade dependendo da aplicação associada (GUALTIERI, 2002)

Segundo Almeida (2015) a aplicação de uma força de tração resulta no aparecimento de uma deformação no material, a qual pode ser elástica, plástica ou uma combinação de ambas. O módulo de elasticidade (Young) consiste no afastamento dos átomos de suas posições de equilíbrio, com intensidade proporcional à força aplicada. Diante da curva tensão x deformação (Figura 1), tem-se a ideia do significado do módulo de elasticidade num projeto mecânico. Essa ideia diz que uma tensão aplicada num material com elevado módulo de elasticidade (ME) origina apenas uma pequena deformação, enquanto para aqueles em que ME é baixo uma pequena força pode causar deformações extremamente altas. O módulo de Young assume ser uma propriedade física intrínseca a cada material em si.

**Figura 1.** Curva tensão x deformação para diversos polímeros



Fonte: Almeida e Souza (2015)

Sendo assim, ao utilizar um revestimento em queijos com olhaduras, em que ocorre aumento de volume durante a maturação, revestimentos que apresentam valores reduzidos de ME e maior alongamento durante a tração possuem menos chances de se romper ou ocasionar formatos distorcidos, entre outras deformidades durante o aumento de diâmetro na maturação.

O teste de punctura é realizado para entender a resistibilidade de filmes sob forte estresse agudo ou pontual (CHEN; LAI, 2008). Durante a fabricação do queijo, ele pode sofrer estresses pontuais devido ao fato de que durante à maturação é necessário que ocorram viragens para que

as olhaduras cresçam de forma regular em todo o queijo, essas viragens ocorrem de forma manual pelos funcionários em sua maioria são feitas diariamente.

## **2.5. Permeabilidade ao Vapor de Água**

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) é considerada uma das propriedades de barreira dos filmes mais importantes para verificar e avaliar a qualidade dos filmes com o objetivo de estimar a vida útil dos produtos alimentícios (MILES et al., 2017).

Através da PVA é possível se estimar o momento em que o revestimento pode ser aplicado ao queijo, por exemplo. Em etapas como a primeira maturação onde o queijo acaba de sair da etapa de secagem o teor de umidade ainda se encontra em teores maiores e é ao final da maturação que ele irá atingir o teor de umidade ideal. Durante a maturação o queijo termina de finalizar a formação de sua casca, no início da mesma a sinérese ainda é visível para isso é necessário que o queijo possua alta permeabilidade ao vapor de água de forma que não atrapalhe na formação da casca, ponto extremamente crucial para queijos com formação de gases, onde a formação de olhaduras é afetada negativamente se o queijo não possuir casca.

Revestimentos em queijos também possuem a finalidade de controle da evaporação de água (desidratação e ressecamento que ocorre naturalmente pela exposição do queijo nas condições de maturação) garantindo uma menor perda de peso não influenciando negativamente na maturação. A sinérese excessiva pode causar danos como trincas e formação inadequada da casca do queijo, portanto, onde este controle for mais requerido é necessário fazer testes para verificação da eficácia dos revestimentos em questão.

A característica de barreira da embalagem pode ser avaliada pela taxa de permeabilidade ao vapor d'água, definida como a quantidade de água que passa através de uma unidade de área, por unidade de tempo, no estado estacionário, sob as condições de ensaio. A permeabilidade do material ao vapor d'água refere-se ao produto da taxa de permeabilidade pela espessura do material de embalagem, dividido pelo gradiente de pressão de vapor entre as superfícies do material (GARCIA, et al., 1989; OLIVEIRA, et al., 1996 e FIGUEIRÓ, 2004).

## **2.6. Energia de Superfície**

A energia de superfície pode ser definida como o trabalho necessário para romper as ligações inter atômicas e criar uma nova área unitária de superfície no material (JOHNSON et al., 1971). Está diretamente relacionada ao estado de equilíbrio das ligações mantidas entre os

átomos na superfície (SCHUSTER et al., 2015), podendo ser também definida termodinamicamente pelo estado de equilíbrio dos átomos na camada superficial dos materiais, sendo a variação termodinâmica característica para cada substância. Assim, ela reflete o estado específico de desequilíbrio nas interações intermoleculares presentes na interface entre dois meios (RUDAWSKA & JACNIACKA, 2009).

Molhabilidade refere-se à manifestação macroscópica da interação molecular entre líquidos e sólidos em contato direto na interface entre eles. A principal propriedade que governa a molhabilidade é a energia livre superficial. Devido às moléculas da superfície não completarem todas suas ligações químicas, um excesso de energia é gerado, proporcionando um estado termodinamicamente desfavorável. Para entrar em equilíbrio termodinâmico esta energia deve ser minimizada, tornando-se força motriz para a interação com líquidos. Superfícies hidrofóbicas destacam-se por exibirem baixo caráter polar e as oleofóbicas baixo caráter dispersivo. Materiais que apresentam reduzido valor nestas duas componentes são exceções, fato que restringe o número de materiais aptos a desempenhar comutativamente o comportamento hidrofóbico e oleofóbico (KEHRWALD, 2009)

Outra característica importante dos revestimentos é a adesão com o substrato utilizado. Em virtude disto, materiais que apresentam caráter híbrido têm sido desenvolvidos para que a aplicabilidade há diferentes substratos sejam alcançados.

Os revestimentos para aplicação em queijos precisam ter interface tanto polar quanto dispersa, uma vez que são produtos ricos em gorduras e a depender do momento de aplicação do revestimento (após a secagem por exemplo), os queijos sofrem alterações em relação ao teor de umidade durante as maturações por exemplo.

## **2.7. Atividade Antioxidante**

Os antioxidantes defendem as células contra as moléculas instáveis, seja por se oxidarem preferencialmente, removerem catalisadores, ou repararem danos causados por radicais livres (GUEDES, 2013).

Presentes em frutas e vegetais, esses fitoquímicos, tais como as vitaminas e os polifenóis são vistos como essenciais no combate a tais danos (BARTOSZ, 1997; LEJA et al., 2003). Os compostos fenólicos, comumente presentes em plantas, são considerados benéficos por sua alta capacidade antioxidante, caracterizada pela inibição das enzimas responsáveis pela produção do oxigênio reativo, bem como pela redução desses mesmos metabólitos já altamente oxidados

(ROBARDS et al., 1999; KAHKONEN et al., 2001). Ainda, há relatos da capacidade de quelação de metais de transição, que interrompem a eficácia da conversão dos radicais livres e do comportamento positivo desses antioxidantes, já que seus intermediários formados são relativamente estáveis, em razão da ressonância do anel aromático presente na estrutura dessas substâncias (FARAH e DONANGELO, 2006; SOUSA et al., 2007).

Os flavonoides representam outro grupo de compostos antioxidantes. Comumente presentes em plantas, apresentam mais de 4000 conformações capazes de trazer benefícios (BRUNETON, 1999). Muitas atividades biológicas são atribuídas aos flavonoides, tais como sua capacidade antioxidante (DUGAS JR et al., 2000; LEENEN et al., 2000), anticarcinogênica (WARNGARD et al., 1987), vaso protetora (ROGHANI et al., 2004; WOODMAN e CHAN, 2004) e anti-inflamatória (BOOTS et al., 2008). Tantos outros estudos relatam a dieta com fontes de flavonoides – isoflavonas e antocianinas, por exemplo – essencial, já que esses metabólitos previnem doenças neurodegenerativas (ZHU et al., 2009; HOU et al., 2010), diabetes (SOOBRAATTEE et al., 2005; LEE et al., 2009) e agregação plaquetária (WATSON et al., 2005)

## **2.8. Transparência**

Dentre as propriedades óticas de biofilmes para aplicação em embalagem, destacam-se a cor e a transparência. O objeto é considerado transparente quando a luz incidente o atravessa com mínimo de absorção e reflexão. O oposto da transparência é a opacidade, onde o objeto absorve ou reflete toda luz nele incidente, sem que ocorra a transmissão de luz. A cor das amostras transparentes é avaliada pela transmissão da luz, fazendo a leitura da luz transmitida (Ferreira, 1991).

Oliveira et al. (1996), afirma que para uma boa apresentação visual do produto, é desejável que as embalagens plásticas apresentem elevado brilho e alta transparência. Por outro lado, muitas vezes a proteção contra a incidência de luz se faz necessária (transparência baixa ou nula), como no acondicionamento de produtos sensíveis a reações de deterioração catalisadas pela luz. Portanto, a cor deve ser determinada, mas não é fator limitante de uso.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Pesquisa de Dados**

Foi realizado levantamento bibliográfico com base na metodologia de revisão integrativa para identificação de referências para utilização no presente trabalho.

Para o levantamento bibliográfico, foram utilizadas as plataformas digitais como: portal de periódicos CAPES/MEC ([www.periodicos-capes.gov.br](http://www.periodicos-capes.gov.br)), google acadêmico ([scholar.google.com.br](http://scholar.google.com.br)), scielo ([scielo.org](http://scielo.org)), repositório da UFLA ([www.biblioteca.ufla.br](http://www.biblioteca.ufla.br)) em paralelo foram utilizadas plataformas digitais de empresas que trabalham com revestimentos alimentícios como DSM ([https://www.dsm.com/countrysites/latam/pt\\_BR/home.html](https://www.dsm.com/countrysites/latam/pt_BR/home.html)), celanese ([www.celanese.com](http://www.celanese.com)).

#### **3.2. Planejamento experimental**

O experimento foi conduzido usando um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições. Foram caracterizados (PVA, teste de tração e punctura, energia de superfície, atividade antioxidante e transparência) dois revestimentos comerciais Delvo®Coat e PackAge®, ambos cedidos pela empresa GlobalFood, e um filme natural a base de cebola (*Allium cepa* L.) cedidos, em parceria, pela Universidade de Araraquara – UNIARA laboratório de biopolímeros e biomateriais – BIOPOLMAT.

#### **3.3. Obtenção dos revestimentos**

Os revestimentos comerciais foram obtidos através de doação da empresa GlobalFood. Não foi necessária preparação prévia antecedente às análises de caracterização para a embalagem PackAge®, protegida por patente, a membrana apresenta-se em formato de bolsa.

O revestimento Delvo®Coat possui aspecto líquido viscoso, material à base de Polímero de Acetado de Polivinila (PVA) antes das realizações das análises foi necessária preparação de um filme, foram pesados em uma placa 18 gramas do material e após a secagem em temperatura ambiente de 20 a 25°C os filmes foram utilizados para análises.

O filme de cebola não necessitou tratamento prévio para as análises, estes filmes foram cedidos, já prontos, em parceria com a Universidade de Araraquara, a obtenção do revestimento foi descrita por Faraco (2019).

### 3.4. Caracterização dos revestimentos

#### 3.4.1. Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

As análises de permeabilidade ao vapor de água (PVA) foram realizadas em cápsulas com área de permeação de 21 cm<sup>2</sup> em câmara de umidade contendo água destilada pura, que manteve a umidade relativa externa a 75% UR e temperatura de 20° C ± 2°C. No interior das cápsulas foi colocada sílica, para manter umidade relativa interna sempre inferior a externa, induzindo o transporte de vapor de água para o interior das capsulas conforme o método E96 ASTM (1995).

Para determinação da taxa de transporte de vapor de água, foram realizadas pesagens de 24 em 24h durante 7 dias. Foi gerada uma reta com os valores de ganho de peso em função do tempo e a inclinação da reta foi ajustada por regressão linear ( $R^2 > 0,9$ ), e a taxa de transporte de vapor de água (TTVA, g/h/m<sup>2</sup>) foi calculada a partir da inclinação da reta dividida pela área de permeação dos filmes (m<sup>2</sup>). A PVA do filme foi calculada segundo a equação 1:

$$PVA = (TTVA \times \delta) / \Delta P \quad (\text{Eq. 1})$$

em que  $\delta$  é a espessura dos filmes e  $\Delta P$  é a diferença de pressão de vapor interna e externa da capsula:  $\Delta P = S \cdot (R_1 - R_2)$ . Onde S é a pressão de vapor saturado na temperatura do teste (2809 kPa),  $R_1$  é a UR do lado externo da cápsula (90%) e  $R_2$  é a UR dentro da cápsula que continha sílica (0%).

#### 3.4.2. Teste de Tração

As propriedades de tração dos filmes foram medidas conforme método padrão D882-02 (ASTM, 2002). As amostras de filmes foram cortadas em tiras (100 × 10 mm) e a separação inicial entre as garras foi de 50 mm com velocidade de 500 mm/min. Foram testados cinco corpos de prova para cada filme em três repetições.

Foram calculados: O módulo de elasticidade (ME, MPa) pela inclinação da parte linear do diagrama de tensão *versus* deformação. A resistência à tração (RT, MPa) foi determinada selecionando o ponto máximo do gráfico de tensão x deformação. E o alongamento (AL, %), pelo comprimento alongado a partir do comprimento inicial.

### 3.4.3. Teste de punctura

O teste de punctura foi realizado utilizando um analisador de textura (Stable Microsystems, modelo TATX2i, Inglaterra). Os filmes foram cortados em quadrados de 9 cm<sup>2</sup> de área e fixados em um suporte com orifício central (2,1 cm de diâmetro). Uma sonda esférica de 5,0 mm de diâmetro foi deslocada perpendicularmente à superfície da película a uma velocidade constante de 0,8 mm/s até a sonda passar através do filme (CHEN; LAI, 2008). A resistência à punctura/ espessura (N/mm) foi calculada dividindo o valor da força no ponto de ruptura pela espessura do filme para eliminar o efeito da variação da espessura (PARK; ZHAO, 2004) e a deformação (mm) dos filmes foi determinada no ponto de ruptura. Foram testados cinco corpos de prova para cada filme em três repetições.

### 3.4.4. Energia de superfície

As medidas de energia de superfície foram realizadas nos filmes e, através do cálculo da energia polar e dispersiva (mN.m<sup>-1</sup>), para isso foram mensurados os ângulos de contato com a água, glicerol e tolueno e calculadas pelo software através do método Owens-Wendt-Rabel e Kaelble - OWRK (KRÜSS, 2016).

### 3.4.5. Transparência

A transparência das amostras foi medida em um espectrofotômetro Bel Spectro S 2000 (Monza, Itália) operado a 600 nm para medir o percentual de transmitância (% T), de acordo com ASTM D1746-03 (ASTM, 2003). As misturas foram cortadas em pedaços de 3 × 1 cm e fixadas para permitir a feixe de espectrofotômetro para passar através dos espécimes sem quaisquer obstáculos. A transparência (T<sub>600</sub>) foi calculada de acordo com a equação 2:

$$T_{600} = \frac{\text{Log}\% \times T}{x} \text{ (Eq. 2)}$$

onde x é a espessura da mistura em mm.

### 4.4.6. Atividade Antioxidante

Para determinação da ação antioxidante dos filmes foi utilizado o método de eliminação do radical livre estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH), adotando a metodologia de Byun et al. (2010).

Foram cortados 0,2 g de filme em pedaços pequenos e adicionados em 2 mL de etanol 80% (v/v) em tubos de ensaio revestidos com papel alumínio para evitar a entrada de luz. A mistura foi agitada em Vortex por três minutos e permaneceu em repouso a temperatura ambiente por três horas, em um ambiente escuro. Em seguida, foram agitadas novamente por três minutos em Vortex. Foi coletado 0,1 mL do extrato etanólico e adicionado em 3,9 mL de DPPH a 0,1 mM em etanol 80% (v/v) também em tubos de ensaio revestidos com papel alumínio e agitou-se em Vortex por um minuto. A mistura ficou novamente em repouso em um ambiente escuro por 30 min. Para quantificação da atividade sequestradora de radicais foi medida a absorvância das soluções a 517 nm em espectrômetro (SPECTROPHOTOMETER SP 2000UV), usando o etanol 80% com DPPH 0,1 mM como controle. A atividade antioxidante (%AA) foi calculada pela diferença entre absorvâncias medidas da solução DPPH com a amostra e o controle, dividido pelo controle

#### 4.5. Análise Estatística

Os resultados foram analisados no software Sisvar®. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Energia de Superfície

A energia livre é resultante de dois componentes: energia dispersiva e polar que, respectivamente, representa o aspecto hidrofóbico e hidrofílico da superfície do revestimento (FAHS et al., 2010). Os valores de energia livre de superfície, dispersiva e polar podem ser vistos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores para Energia Livre de Superfície, dispersiva e polar (mN/m).

<b>Amostra</b>	<b>Energia Livre</b>	<b>Disperso</b>	<b>Polar</b>
Filme Cebola	40,60 <sup>a</sup> (±8,75)	38,19 <sup>a</sup> (± 3,58)	2,40 <sup>a</sup> (± 5,16)
Delvo® Coat	38,42 <sup>b</sup> (±5,45)	35,49 <sup>a</sup> (± 2,57)	2,93 <sup>b</sup> (± 2,88)
PackAge®	40,34 <sup>a</sup> (± 6,05)	36,72 <sup>b</sup> (± 3,1)	3,63 <sup>c</sup> (± 2,95)

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A partir dos resultados é possível observar que as componentes polares da energia livre superficial dos revestimentos apresentaram valores menores do que as componentes dispersivas. Esse fato revela a tendência dos revestimentos a interagirem quimicamente com materiais de caráter hidrofóbico.

A amostra referente à embalagem PackAge® diferiu significativamente das demais amostras em relação à energia dispersiva, o que se conclui que a amostra em questão possui maior energia livre em duas superfícies para interações com alimentos gordurosos e oleosos ricos em lipídios, que são moléculas apolares (Wong et al., 1992). Além disso, essa mesma amostra apresentou maior energia livre na superfície para interações intermoleculares com a água em comparação com as outras. Fazendo dessa embalagem uma ótima alternativa para aplicação em queijos que possuem altos teores de umidade e gordura.

Um dos atributos cruciais para a qualidade dos queijos, é a casca ou crosta, sendo o primeiro atributo a ser avaliado pelos consumidores. A formação da crosta inicia-se na prensagem e salmoura, terminando na maturação. Alguns controles são necessários nessa etapa, como monitoramento da umidade relativa do ar e temperatura. Alguns queijos necessitam de umidade relativa do ar mais alta, como queijo minas padrão e canastra com umidade relativa do ar em torno de 85% e temperaturas em torno de 10 a 12°C, os revestimentos necessitam apresentar boa interação intermolecular com a água e moléculas lipídicas.

## 5.2. Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

Na Tabela 2, observa-se os resultados de média e desvio padrão para permeabilidade ao vapor de água foram obtidos.

**Tabela 2.** Valores de média para permeabilidade ao vapor de água ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$ )  $\times 10^{-14}$

Amostra	PVA
Filme Cebola	73,88 <sup>a</sup> ( $\pm 3,5$ )
PackAge®	2,03 <sup>a</sup> ( $\pm 0,1$ )
Delvo® Coat	207,3 <sup>b</sup> ( $\pm 24,9$ )

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diante dos resultados obtidos nota-se que o revestimento Delvo®Coat diferiu das demais amostras em relação à permeabilidade ao vapor de água. Comportamento não esperado uma vez que de acordo com o fornecedor este revestimento não possui permeabilidade ao vapor de água, o resultado em questão pode ter sido obtido uma vez que para a realização da análise foi desenvolvido um filme do referido revestimento, na prática o revestimento é aplicado por imersão ou manualmente fazendo o uso de pinças. O filme pode ter se comportado diferente do que se espera quando aplicado ao queijo.

A perda de vapor d'água de um alimento para o ambiente depende tanto do alimento (teor de umidade e composição), como das condições do ar (extrínsecas ao alimento, temperatura e umidade). Sob uma temperatura constante, o teor de umidade do alimento altera-se até entrar em equilíbrio com o vapor de água do ar circulante (FELLOWS, 2006). Desta forma estes parâmetros são considerados importantes na conservação de alimentos, tanto no aspecto biológico como nas transformações físicas (GARCIA, 2004).

A maturação é realizada em geral, em câmaras bioclimáticas, nas quais são controladas a temperatura e umidade relativa do ar (PERRY, 2004). Durante a maturação dos queijos ocorre a perda de umidade, devido às diversas reações químicas e bioquímicas que ocorrem durante o processo, controlar a temperatura e umidade relativa do ar se faz necessário para que o ambiente possa ser propício ao desenvolvimento das características do queijo nesta etapa, a temperatura e umidade variam de acordo com o produto, queijos como gruyere e emmental passam por três maturações variando a temperatura de 8 a 22°C e umidade de 80 a 85% a depender da fase de maturação que o queijo se encontra (item 2.1). Identificar a permeabilidade ao vapor de água se faz importante para o controle das etapas, o momento de aplicação do revestimento deve ser estudado este ponto, para que não haja desprendimento do revestimento e/ou problemas na maturação do queijo por exemplo.

### 5.3. Transparência

Os filmes tiveram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) em relação à transparência, e os valores médios juntamente com o desvio padrão são mostrados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Valores de média e desvio padrão para transparência

<b>Amostra</b>	<b>Transparência (%)</b>
Filme Cebola	19,35 <sup>a</sup> ( $\pm 0,62$ )
PackAge®	78,20 <sup>b</sup> ( $\pm 0,50$ )

---

Delvo® Coat	62,40 <sup>c</sup> ( $\pm 1,58$ )
-------------	-----------------------------------

---

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aparência visual dos filmes aplicados como embalagens de alimentos é extremamente importante para a aceitação do consumidor. A transparência é desejada quando se deseja ver o alimento embalado, por exemplo, na embalagem de nozes, frutas e vegetais frescos (Mali et al., 2004). No entanto, quando a comida pode sofrer oxidação, baixa transparência é desejada por que a luz acelera oxidação, que é um mecanismo de foto-oxidação (Tolentino et al., 2014; Young, 2001).

Os queijos no geral apresentam alto teor de gordura. Os ácidos graxos são também responsáveis por alterações na cor, tendo em vista a capacidade de solubilizar compostos como os carotenoides. A mudança de cor dos queijos parece também ser influenciada tanto por variações sazonais quanto pelo período de maturação (FIGUEIREDO et al., 2015).

Na figura 2 pode-se observar um queijo com tintura de coloração preta atrelado à uma embalagem transparente e na figura 3 são observadas diferentes cores em que o revestimento comercial Delvo®Coat pode ser apresentado, para a análise de caracterização neste presente trabalho o revestimento comercial analisado era de cor transparente, por isso a alta transparência observada no resultado da análise.

A baixa transparência pode ser requerida tanto para fins de retardar a oxidação em queijos, quanto para fins sensoriais, alguns revestimentos comercializados são disponibilizados em variadas cores para melhoria do acabamento externo resultando em uma apresentação impecável do produto. Portanto o revestimento de cebola, como apresentou menor percentual de transparência, apresenta boas características quanto a desacelerar a oxidação dos produtos e por possuir cor amadeirada pode acrescentar melhorias de acabamento, uma vez que o mercado já utiliza dessa prática para fins sensoriais.

**Figura 2.** Parmesão “capa preta” – com aplicação de tintura na superfície.



Fonte: Quatá (2021)

**Figura 3.** Delvo®Coat em diferentes opções de cores.



Fonte: DSM (2021)

#### 5.4. Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante foi medida nos revestimentos, obtendo os resultados conforme Tabela 4.

**Tabela 4.** Valores médios e desvio padrão para atividade antioxidante (%)

Amostra	AA (%)
Filme Cebola	83,88 <sup>a</sup> ( $\pm 4,21$ )
PackAge®	-4,23 <sup>b</sup> ( $\pm 1,74$ )
Delvo® Coat	-5,23 <sup>b</sup> ( $\pm 0,85$ )

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme observado na tabela acima os revestimentos comerciais não apresentaram atividade antioxidante, ao passo que o filme de cebola diferiu dos demais apresentando alto grau de atividade antioxidante. Segundo Masood et. al. (2021) a *Allium cepa* pertence à família Liliaceae e é rica em nutrientes e antioxidantes. Possui em sua composição várias substâncias fitoquímicas, destacando-se os flavonoides, quercetina e antocianina (DE PAULA, et. al., 2020).

Os queijos são alimentos ricos em lipídeos que têm uma relação direta com o sabor do produto, estando susceptíveis à oxidação. Durante a maturação ocorre a perda de umidade, e consequentemente a concentração da gordura. Os lipídeos estão sujeitos à dois tipos de degradação lipolítica, a hidrolítica ou oxidativa (LAVASANI et al., 2012; MCSWEENEY, 2004).

Nos alimentos uma das principais causas da deterioração é a oxidação. A utilização de revestimentos que possuem como característica o potencial antioxidante é uma alternativa à aplicação direta de componentes antioxidantes, sendo assim, o filme de cebola é uma ótima opção evitando problemas de oxidação lipolítica.

#### 5.5. Análises Mecânicas

##### 5.5.1. Teste de Tração

Os resultados obtidos através do teste de tração são mostrados na tabela 5.

**Tabela 5.** Valores médios e desvio padrão para Módulos de Elasticidade (ME MPa), Resistência Máxima à Tração ( $\rho_{max}$ , MPa) e alongamento ( $\epsilon$ , %).

<b>Amostra</b>	<b>ME</b>	<b><math>\rho_{m\acute{a}x}</math></b>	<b><math>\varepsilon</math></b>
Filme Cebola	5,58 <sup>a</sup> ( $\pm 0,36$ )	1153,21 <sup>a</sup> ( $\pm 6,3$ )	28,43 <sup>a</sup> ( $\pm 2,1$ )
Delvo® Coat	1,48 <sup>b</sup> ( $\pm 0,20$ )	277,89 <sup>a</sup> ( $\pm 3,6$ )	426,05 <sup>b</sup> ( $\pm 52,3$ )
PackAge®	5,38 <sup>a</sup> ( $\pm 0,39$ )	24323,71 <sup>b</sup> ( $\pm 10,9$ )	307,02 <sup>c</sup> ( $\pm 60,1$ )

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diante dos resultados obtidos pode-se observar que o revestimento comercial Delvo® Coat apresentou diferença significativa em relação ao módulo de elasticidade, o material em questão possui menor rigidez, ou seja, possui menor resistência à deformação elástica. As demais amostras não diferiram entre si.

Durante à maturação queijos com formação de gases como Gruyère e Emmental, aumentam de diâmetro devido à formação de olhaduras, durante essa etapa o revestimento a ser aplicável ao queijo precisa possuir flexibilidade adequada para que o queijo possa maturar de forma esperada. Para a resistência máxima à tração o Delvo®Coat também apresentou menor resultado, indicando que para queijos com formação de gases não é recomendado uma vez que pode apresentar formação de trincas no revestimento quando o queijo aumentar de diâmetro, podendo ser utilizado em queijos que não há esse fenômeno como queijo parmesão, queijo minas padrão e queijo prato sem olhaduras.

Quando submetidos à tração o material que apresentou maior resistência foi a embalagem PackAge®, o que atrelado aos resultados de punctura onde obteve resultado semelhante se sugere a sua aplicação em queijos que possuem aumento no diâmetro após a aplicação do revestimento. Esta embalagem na prática é a mais adequada para uso nestes produtos, é utilizada amplamente pelas indústrias sendo uma embalagem de referência para uso em queijos com formação de gases. O revestimento de cebola apresentou resultados semelhantes em relação ao ME e resistência máxima à tração, por apresentar resultados menores indica-se a utilização em queijos com formação de gases onde não há um aumento considerável de diâmetro após as maturações como por exemplo em queijo tipo gouda. Mesmo os revestimentos apresentando os resultados maiores para ME ainda são baixos em relação à outros polímeros rígidos, como polietileno de alta densidade (MORITA, 2020), significando que ambos os revestimentos tem alta flexibilidade.

Todas as amostras diferiram entre si em relação ao percentual de deformação antes do rompimento, cada amostra comportou-se de uma forma sendo o filme de cebola o que apresentou menor percentual de alongamento antes do seu rompimento e o Delvo® Coat, feito à base de PVA (Poly Vinyl Acetate), apresentou maior percentual.

### 5.5.2. Teste de punctura

Para as propriedades mecânicas de punctura uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) foi observada para força/espessura e deformação. Na Tabela 6, é possível observar os resultados obtidos.

**Tabela 6.** Valores médios e desvio padrão para força/espessura ( $N \cdot mm^{-1}$ ) e deformação (mm).

<b>Amostra</b>	<b>Força/espessura</b>	<b>Deformação</b>
Filme Cebola	26,4 <sup>a</sup> ( $\pm 4,21$ )	6,1 <sup>a</sup> ( $\pm 4,1$ )
Delvo® Coat	40,0 <sup>a</sup> ( $\pm 0,85$ )	36,9 <sup>b</sup> ( $\pm 6,6$ )
PackAge®	651,0 <sup>b</sup> ( $\pm 1,74$ )	12,8 <sup>a</sup> ( $\pm 1,3$ )

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Durante as maturações dos queijos de olhadura ocorrem viagens manuais, normalmente feitas diariamente, para que o queijo mature igualmente pelas partes. Neste momento há o contato com a mão do funcionário, o que gera uma força aplicada ao queijo. Em relação à deformação, o revestimento Delvo®Coat diferiu dos demais apresentando alta deformidade quando a força é aplicada, e por ter apresentado também menor módulo de elasticidade (ME) e maior alongamento nos resultados de tração, este revestimento possui menos chances de se danificar durante as viragens dos queijos.

O revestimento comercial PackAge® diferiu das outras amostras apresentando uma força na perfuração consideravelmente alta, característica bastante relevante para a sua aplicação em queijos onde ocorrem estas viragens constantes.

## 6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados expostos todos os revestimentos apresentaram características boas para aplicação em queijos com formação de gases em algum aspecto analisado. O revestimento

Delvo®Coat, se destacou em relação à resultados de punctura, porém diante dos demais resultados obtidos não se recomenda sua aplicação para queijos de olhaduras, devido a possibilidade de trincas ao revestimento durante à maturação, para queijos sem olhadura sua aplicação é recomendada. A embalagem PackAge® é uma alternativa bastante utilizada pelas industrias para queijos com formação de gases, sendo uma referência para este fim, o filme de cebola apresentou semelhanças à esta embalagem e, paralelo a isso diferiu positivamente em relação à atividade antioxidante, podendo ser utilizado em queijos com formação de gases menor como queijo gouda e queijo prato com olhaduras, outra característica que agrega ainda mais valor ao filme de cebola é a possibilidade de agregar sensorialmente ao produto com o sabor de cebola, podendo ser adicionado de outros condimentos, mas se necessário também é possível tirar aromas e sabores do filme.

## 7. REFERÊNCIAS

ABRE. Dados de Mercado. 2020. Disponível em: Acesso em: 07 de novembro de 2021.

ABIQ. **Mercado de queijos cresce no país e atrai estrangeiros**. Disponível em: <http://www.abiq.com.br/>. Acesso em: 19/04/2019.

ALMEIDA, G. S. G.; SOUZA, W. B. Engenharia dos polímeros: tipos de aditivos, propriedades e aplicações. **Erica, São Paulo**, 2015.

ALVARENGA, Gabriela Fontes. Avaliação do potencial antimicrobiano e antioxidante de espécies vegetais para aplicação como aditivo em filmes/revestimentos para alimentos. 2018.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Standard Test Method for Water Vapor Transmission Rate of Sheet Materials Using Dynamic Relative Humidity Measurement**. ASTM E398. West Conshohocken, PA, 2003. 4 p.  
ASEMANI, Yahya et al. Allium vegetables for possible future of câncer treatment. **Phytotherapy Research**, v. 33, n. 12, p. 3019-3039, 2019.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard test methods for water vapor transmission of materials**. ASTM International, 2005.

ASTM, Designation. 882. **Standard test methods for tensile, properties of thin plastic sheeting**, 2002.

ASTM, 2003. **Standard Test Method for Transparency of Plastic Sheeting 1 (14)**, 4–7. <https://doi.org/10.1520/D1746-09.2>.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. DE. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87–97, 2014.

ASSIS, O.B.G.; FORATO, L.A.; BRITTO, D. Revestimentos Comestíveis Protetores em Frutos Minimamente Processados. **Higiene Alimentar**, v. 22, n.160, p. 99-106, 2008.

Azevedo, Viviane Machado, Borges, S.V., Marconcini, J.M., Yoshida, M.I., Neto, A.R.S., Pereira, T.C., Pereira, C.F.G., 2017. Effect of replacement of corn starch by whey protein isolate in biodegradable film blends obtained by extrusion. *Carbohydr. Polym.* 157, 971–980. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2016.10.046>.

Baldino, L., Cardea, S., and Reverchon, E. 2017. Biodegradable membranes loaded with curcumin to be used as engineered independent devices in active packaging. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineer*. 71: 518-526.

BARRETO, P. L. M. **Propriedades Físico-Químicas de Soluções 70 Formadoras e de Filmes de Caseinato de Sódio Plastificados com Sorbitol**. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BARRETO, Mariana Rodrigues et al. Genotoxicological safety assessment of puree-only edible films from onion bulb (*Allium cepa* L.) for use in food packaging-related applications. **Journal of Food Science**, v. 85, n. 1, p. 201-208, 2020.

BARTOSZ, G. Oxidative stress in plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 19, n. 1, p. 47-64, 1997.

BOOTS, A. W.; HAENEN, G. R.; BAST, A. Health effects of quercetin: From antioxidant tonutraceutical. **European Journal of Pharmacology**, v. 585, p. 325-337, 2008.

BRASIL. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos (Portaria no 146, de 7 de março de 1996). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 1996.

BRASIL. Portaria nº 540-SVS/MS, de 27 de outubro de 1997. Aprova do Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares-definições, classificação e emprego. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 1997.

BREWSTER, James L. **Onions and other vegetable alliums**. CABI, 2008.

BRUNETON, J. **Pharmacognosie Phytochimie Plantes Médicinales**. Paris: Tec & Doc, 1999.

BYUN, Y., KIM, Y. T., WHITESIDE, S. Characterization of an antioxidant polylactic acid (PLA) film prepared with  $\alpha$ -tocopherol, BHT and polyethylene glycol using film cast extruder. **Journal of Food Engineering**, v.100, p.239–244, 2010.

CALDEIRA, Inês Raquel Duarte. **Projeto Clean Label em produtos à base de carne e preparados de carne picada**. 2017. Tese de Doutorado. ISA.

CAMPAGNER, M. R. et al. Filmes Poliméricos Baseados em Amido e Lignossulfonatos: Preparação, Propriedades e Avaliação da Biodegradação. *Polímeros*, v. 24(06), p. 740-751, 2014.

CARMELO, Luis Gustavo Paulino et al. Sistema de baixo custo para determinação da permeabilidade do CO em filmes plásticos. **Embrapa Instrumentação-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

CARPINÉ, D. et al. Desenvolvimento e caracterização de biofilme emulsionado produzido a partir de proteína isolada de soja e gordura de coco. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 2014.

CHALITA, Marie Anne Najm et al. Algumas considerações sobre a fragilidade das concepções de qualidade no mercado de queijos no Brasil. **Informações Econômicas, SP**, v. 39, n. 6, p. 77-88, 2009.

CHEN, Chien-Hsien; LAI, Lih-Shiuh. Propriedades mecânicas e de barreira ao vapor de água de filmes de amido de tapioca / goma de folhas hsian-tsoo descolorada na presença de plastificante. **Hidrocolóides alimentares**, v. 22, n. 8, p. 1584-1595, 2008.

CHENGA, W., CHEN, J., LIU, D., YE, X., KE, F. Impact of ultrasonic treatment on properties of starch film-forming dispersion and the resulting films. **Carbohydrate Polymers**v.81, p.707–711, 2010.

COSTA, Maria J. et al. Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges. **Food Research International**, v. 107, p. 84-92, 2018.

DA COSTA, Guadalupe I. et al. APLICABILIDADE DA CERA DE ABELHA COMO REVESTIMENTO NA MATURAÇÃO DE QUEIJOS PRATO E PARMESÃO.

DAL SASSO MENDES, Karina; CAMPOS PEREIRA SILVEIRA, Renata Cristina de; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & contexto enfermagem**, v. 17, n. 4, 2008.

DANTAS, Emanuely Rodrigues et al. Extrato da Pimenta ‘Biquinho’ como revestimento comestível na conservação de goiabas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 695-700, 2017.

DE PAULA, Andressa Dantas; DE LIMA, Cristina Peitz; BORGES, Marisa Essenfelder. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DOS FLAVONOIDES PRESENTES NA CEBOLA. **Anais do EVINCI-UniBrasil**, v. 6, n. 1, p. 210-210, 2020.

DE SOUZA, Marcela Tavares; DA SILVA, Michelly Dias; DE CARVALHO, Rachel. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, v. 8, n. 1 Pt 1, p. 102-6, 2010.

DIAS, GERUZA. **Microfiltração como alternativa na produção de queijos com olhaduras e utilização da fase aquosa para avaliação de suas características físico-químicas**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

DIAS, Marali Vilela et al. Development of chitosan/montmorillonite nanocomposites with encapsulated  $\alpha$ -tocopherol. **Food chemistry**, v. 165, p. 323-329, 2014.

DOS SANTOS DIAS, Diogenes et al. Large scale manufacturing of puree-only edible films from onion bulb (*Allium cepa* L.): Probing production and structure–processing–property correlations. **Industrial Crops and Products**, v. 145, p. 111847, 2020.

DSM. Ceska®Coat & Delvo®Coat: Colorful coating solutions to make your cheese stand out. 2021. Disponível em: < [https://www.dsm.com/food-specialties/en\\_US/products/dairy/ceskacoat-delvocoat.html](https://www.dsm.com/food-specialties/en_US/products/dairy/ceskacoat-delvocoat.html)>. Acesso em 07 de out. 2021.

DUGAS JR, A. J. et al. Evaluation of the total peroxy radical-scavenging capacity of flavonoids: Structure-activity relationships. **Journal of Natural Products**, v. 63, n.3, p. 327-331, 2000.

FAHS, A. et al. Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) formulated films: Relevance to adhesion and friction surface properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 80, n. 1, p. 105–114, 2010.

FAJARDO, Paula et al. Evaluation of a chitosan-based edible film as carrier of natamycin to improve the storability of Saloio cheese. **Journal of Food Engineering**, v. 101, n. 4, p. 349-356, 2010.

FAO. **Countries by commodity**. 2017. Disponível em: [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity). Acesso em: 22 maio 2020.

FARACO, Thales A. et al. Ecological biosubstrates obtained from onion pulp (*Allium cepa* L.) for flexible organic light-emitting diodes. **ACS applied materials & interfaces**, v. 11, n. 45, p. 42420-42428, 2019.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compound in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 1, p. 23-36, 2006.

FERREIRA, V. L. P. Colorimetria em alimentos. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 1991, 43p

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FIGUEIREDO, S. P. et al. Características do leite cru e do queijo Minas artesanal do Serro em diferentes meses. **Archives of Veterinary Science**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 68–82, 2015.

FIGUEIRÓ, S.R.D. **Avaliação da permeabilidade a vapor de água de filmes simples para dimensionamento de embalagens**. 2004. Monografia (Pós-graduação em Engenharia de Alimentos) – URI – Campus de Erechim, Erechim, 2004.

FOX, Patrick F. et al. (Ed.). **Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 2: Major Cheese Groups**. Elsevier, 2004.

FURTADO, M.M. **Queijos Especiais**. Setembro Editora, São Paulo, Brasil, 2013.

GARCIA, E.E.C., PADULA, M., SARANTOPÓULOS, C.I.G.L. **Embalagens plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: ITAL, 1989. 44p.

GUALTIERI, Carlos Eduardo. **Técnicas de caracterização para avaliação das propriedades mecânicas dos revestimentos de poliuretano acrilado de fibra óptica**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GENNADIOS, Aristippos; WELLER, Curtis L. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. **Food Technology**, 1990.

GOTTARDI, Davide et al. Beneficial effects of spices in food preservation and safety. **Frontiers in microbiology**, v. 7, p. 1394, 2016.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P.; SARMENTO, S. B. S. Características físicas de filmes biodegradáveis produzidos a partir de amidos modificados de mandioca. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, n.28, v.1, p. 231-240, 2008.

HOU, Y. et al. Anti-depressant natural flavonols modulate BDNF and beta amyloid in neurons and hippocampus of double TgAD mice. *Neuropharmacology*, v. 58, n. 6, p. 911-920, 2010.

J. C. Berg. Wettability. In: J. C. Berg (Ed), *Surfactant Science Series*, Marcel Dekker, New York; 1993. 49, p. 76.

JOHNSON, K.L.; KENDALL, K.; ROBERTS, A.D. Surface energy and the contact of elastic solids. *Proc. R. Soc. Lond. A*. 324, 301-313, 1971.

KAMPF, N.; NUSSINOVITCH, A. Hydrocolloid coating of cheeses. *Food Hydrocolloids*, v. 14, n. 6, p. 531-537, 2000.

KEHRWALD, André Michel. **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ENERGIA LIVRE SUPERFICIAL NA MOLHABILIDADE E ADESÃO DE REVESTIMENTOS À BASE DE FLUORSILANOS**. 2009. 91 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

KAHKONEN, M. P.; HOPIA, A. I.; HEINONEN, M. Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 49, n. 8, p. 4076-4082, 2001.

KRÜSS. **Software advance**: drop shape, Krüss. Hamburg, 2016. Disponível em: <https://www.kruss-scientific.com/services/education-theory/glossary/surface-free-energy/>. Acesso em: 15 maio. 2019.

LEE, S. Y. et al. Whey-protein-coated peanuts assessed by sensory evaluation and static headspace gas chromatography. *Journal of Food Science*, v. 67, n. 3, p.1212-1218, 2002.

LEENEN, R. et al. A single dose of tea with or without milk increases plasma antioxidant activity in humans. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 54, n. 1, p. 97-92, 2000.

LEITE, Jade Gonçalves Castilho. **O que é clean label? Especialista aponta conceito como tendência na alimentação**. 2019. Disponível em: <https://www.consumidormoderno.com.br/2019/04/22/o-que-e-clean-label/>. Acesso em: 19 maio 2020

LEJA, M.; MARECZEK, A.; BEM, J. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. **Food Chemistry**, v. 80, n. 3, p. 303-307, 2003.

LIRA, Avla Kessia Azevedo de. **Aplicação de revestimento comestível à base de fécula de araruta e extrato de própolis verde em queijo de coalho**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

MAIA, Luciana Helena; PORTE, Alexandre; DE SOUZA, VALÉRIA FRANÇA. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 18, n. 1, 2000.

Mali, S., Grossmann, M.V.E., García. M.A., Martino, M.N., Zaritzky, N.E., 2004. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. *Carbohydr. Polym.* 56 (2), 129–135. <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2004.01.004>.

MAMEDE, A. M. G. N. et al. Determinação da textura de grãos de milho verde minimamente processado. In: Encontro Nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 4.; simpósio ibero-americano de vegetais frescos cortados, 1., 2006, São Pedro. **Resumos...** São Pedro, 2006a.p. 192-192.

MARTINS, J. M. **Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo minas artesanal da região do Serro**. 2006. 146f. Tese (Doutorado) – Programa em Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

MASOOD, S. et al. Atividade antioxidante e potencial inibidor de  $\alpha$ -glucosidase de extratos de casca e bulbo de cebola (*Allium cepa*) preparados por etanol e água. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, 2021.

MELO, P. T. S; AOUADA, F. A; MOURA, M.R; Fabricação de Filmes Bionano compósitos à Base de Pectina e Polpa de Cacau com Potencial uso como Embalagem para Alimentos. *Química Nova*, São Paulo, vol. 40, No. 3, 247-251, 2017.

MCSWEENEY, P. L. H.; OTTOGALLI, G.; FOX, P. F. Diversity of cheese varieties: an overview. In: **Cheese: chemistry, physics and microbiology**. Academic Press, 2004. p. 1-23.

MILES, C. et al. Adequação de coberturas plásticas biodegradáveis para sistemas de produção agrícola orgânica e sustentável. **HortScience**, v.52, n.1, p.15/10/2017.

MORITA, Mariely Carolina. **Compósitos de polietileno de alta densidade reforçados com fibra de sisal**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MOURA, M. R. et al. Preparação de Novos Nanobiocompósitos Comestíveis Ativos Contendo Nanoemulsão de Canela e Pectina. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. Associação Brasileira de Polímeros, São Paulo, vol. 24, núm. 4, 2014, pp. 486-490, julho-agosto, 2014.

NUUTILA, A. M., KAMMIOVIRTA, K. & OKSMAN-CALDENTY, K. M. (2002). Comparison of methods for the hydrolysis of flavonoids and phenolic acids from onion and spinach for HPLC analysis. *Food Chemistry*, 76(4), 519-525.

OLIVEIRA, L.M.; ALVES, R.M.V.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; PADULA, M.; GARCIA, E.E.C.; COLTRO, L. **Ensaio para avaliação de embalagens plásticas flexíveis**. Campinas: Centro de tecnologia de embalagem – CETEA. 219 p. 1996.

PAES, M. C. D.; MODESTA, R. C. D.; GAMA, E. E. G. Textura em grãos de híbridos experimentais destinados à produção de milho verde. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá, 2004. p. 513.

PAOLI, M. A. **Degradação e Estabilização de Polímeros**. 2a versão on-line, Editada por João Carlos de Andrade, 2008.

PARK, Su-il; ZHAO, Yanyun. Incorporation of a high concentration of mineral or vitamin into chitosan-based films. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 52, n. 7, p. 1933-1939, 2004.

PERRY, K. S. P. Queijos: Aspectos físicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**. vol. 27, n.2, p.293-300, 2004.

QUATÁ. Queijo Parmesão capa preta. 2021. Disponível em: <<https://quataalimentos.com.br/produtos/queijo-parmesao-capa-preta/>>. Acesso em 07 de out. 2021

ROCHANI, M. et al. Mechanisms underlying quercetin-induced vasorelaxation in aorta of subchronic diabetic rats: An in vitro study. **Vascular Pharmacology**, v. 42, n.1, p.31-35, 2004.

ROLDÁN-MARÍN, Eduvigis et al. Effects of an onion by-product on bioactivity and safety markers in healthy rats. **British journal of nutrition**, v. 102, n. 11, p. 1574-1582, 2009.

SANTOS, E. E.; LAURIA, D. C.; PORTO DA SILVEIRA, C. L. Assessment of daily intake of trace elements due to consumption of foodstuffs by adult inhabitants of Rio de Janeiro city. **Science of the Total Environment**, v. 327, n. 1-3, p. 69-79, 2004.

SARASUA, Jose-Ramon et al. Stereoselective crystallization and specific interactions in polylactides. **Macromolecules**, v. 38, n. 20, p. 8362-8371, 2005.

. SCHUSTER, J.M.; SCHVEZOV, C.E.; ROSENBERGER, M.R. Analysis of the results of surface free energy measurement of Ti6Al4V by different methods. **Procedia Materials Science**, 8, 732 – 741, 2015.

SILVA, Maria Raquel Lopes et al. Aplicação de revestimento à base de quitosana incorporado com o extrato do resíduo de cebola (*allium cepa* l.) Em carne bovina. 2019.

SOBRATTEE, M. A. et al. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research – Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**, v. 579, n. 1-2, p. 200-213, 2005.

SOUZA, M. M de. Avaliação da atividade antifúngica e antimicotoxinas de extratos de farelo de arroz, cebola e microalga *chlorella*. 2008. 150 f. Dissertação (Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.

SPERS, Renata Giovinazzo; WRIGHT, James Terence Coulter; DE AZEVEDO AMEDOMAR, André. Scenarios for the milk production chain in Brazil in 2020. **Revista de administração**, v. 48, n. 2, p. 254-267, 2013.

SULERIA, H. A., BUTT, M. S., ANJUM, F. M., SAEED, F., & KHALID, N. (2015). Onion: Nature protection against physiological threats. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 50–66.

Tolentino, M.C., Kanumfre, F., Bersot, Ldos S., Nagata, N., Carneiro, P.I.B., Rosso, N.D., 2014. Avaliação da estabilidade foto-oxidativa dos óleos de canola e de milho em presença de

antioxidantes sintéticos. *Ciência Rural* 44 (4), 728–733. Retrieved from. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n4/a9114cr2012-0435.pdf>.

VENTURI, Aline Torres. Natamicina: análise e controle em sucos de uva e vinhos nacionais e importados comercializados no Brasil. 2012.

ZHU, J. T. T. et al. Hibifolin, a flavonol glycoside, prevents  $\beta$ -amyloid-induced neurotoxicity in cultured cortical neurons. **Neuroscience Letters**, v. 461, n. 2, p. 172-176, 2009.

WARNGARD, L. et al. Interaction between quercetin, TPA and DTT in the V79 metabolic cooperation assay. **Carcinogenesis**, v. 8, p. 1201-1205, 1987.

WATSON, S. P. et al. GPVI and integrin  $\alpha$  (II-b)  $\beta$  (3) signaling in platelets. **Journal of Thrombosis and Haemostasis**, v. 3, p. 1752-1762, 2005.

WOODMAN, O. L.; CHAN, E. C. H. Vascular and anti-oxidant actions of flavonols and flavones. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 31, n. 11, p. 786-790, 2004.

WONG, David SH; ORBEY, Hasan; SANDLER, Stanley I. Equation of state mixing rule for nonideal mixtures using available activity coefficient model parameters and that allows extrapolation over large ranges of temperature and pressure. **Industrial & engineering chemistry research**, v. 31, n. 8, p. 2033-2039, 1992.

YANG, Woong-Suk et al. Antihyperlipidemic and Antioxidative Potentials of Onion (*Allium cepa* L.) Extract Fermented with a Novel *Lactobacillus casei* HD-010. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2019, 2019.

Young, I.S., 2001. Antioxidants in health and disease. *J. Clin. Pathol.* 54 (3), 176–186. <https://doi.org/10.1136/jcp.54.3.176>.