

Revestimentos comestíveis proteicos

RESUMO

Os revestimentos ou coberturas comestíveis são uma alternativa para a conservação de frutas pós-colheita, além de promover alguns benefícios como manutenção da cor, diminuição da perda de massa, propriedades de barreira, esses compostos são de fácil aplicação e biodegradáveis. O presente estudo tem como objetivo fazer uma revisão sobre os revestimentos comestíveis proteicos zeína, glúten de trigo, gelatina e proteínas do soro do leite. Os trabalhos mostram que os revestimentos mantêm as características sensoriais, além de aumentar a vida útil dos frutos.

PALAVRAS-CHAVE: zeínas; glúten de trigo; gelatina; proteínas do leite.

Pérsia Barcellos Carrasco
persiaquimica@hotmail.com
<http://orcid.org/0000-0003-0795-2082>
Center for Chemical, Pharmaceutical and Food Sciences (CCQFA), Capão do Leão Campus, Federal University of Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.

Eliezer Avila Gandra
gandraea@hotmail.com
<http://orcid.org/0000-0003-0978-6014>
Laboratory of Food Science and Molecular Biology (LACABIM), Center for Chemical, Pharmaceutical and Food Sciences (CCQFA), Capão do Leão Campus, Federal University of Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.

Josiane Freitas Chim
josianechim@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-0142-576X>
Center for Chemical, Pharmaceutical and Food Sciences (CCQFA), Capão do Leão Campus, Federal University of Pelotas (UFPel), Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.

INTRODUÇÃO

Após serem colhidas, a maioria das frutas, especialmente no ambiente tropical, apresentam aceleração da maturação e deterioração em consequência das mudanças bioquímicas e fisiológicas, bem como de procedimentos de acondicionamento, e práticas de manuseio inadequadas. O transporte em temperaturas elevadas, ausência de refrigeração pós-colheita e danos mecânicos são alguns fatores que contribuem para a redução da vida útil dos vegetais (LAMAS; LUVIELMO, 2012; OPARA; PATHARE, 2014; WANG *et al.*, 2017).

A respiração determina a atividade metabólica do vegetal usualmente associada à sua deterioração. As baixas temperaturas aplicadas durante a pós-colheita reduzem o metabolismo dos vegetais e conseqüentemente diminuem parâmetros relacionados ao amadurecimento e perda de qualidade, como a taxa de respiração, produção de etileno, alterações de composição e velocidade de senescência e de amadurecimento, reduzindo a perda de água, já a umidade influencia na qualidade, como aparência e textura, sendo atribuída à perda de água pelo vegetal. A transpiração ou perda de água leva a perda de massa, perda de aparência (coloração), textura (amolecimento) e de qualidade nutricional (vitaminas hidrossolúveis) (FERNANDES; GARCIA, 2015).

As perdas que ocorrem na cadeia de frutas e hortaliças são de forma gradativa iniciando logo na colheita, com manuseio inadequado, beneficiamento e classificação com alta incidência de impactos, o transporte inadequado, não levando em conta as diferenças fisiológicas entre os vegetais em condições de temperaturas elevadas incrementam estas perdas, por sua vez, quando chega ao varejo o manuseio intensivo. Algumas alternativas para reduzir estas perdas podemos citar, a conservação dos equipamentos, lavagem e limpeza periódica com a retirada de sujidades e restos de frutas e hortaliças evitando a contaminação microbiana, o transporte deve ser feito em temperaturas mais amenas, em embalagens com maiores volumes para melhor acondicionamento dos vegetais e redução de impactos (FRANCO *et al.*, 2007; FERREIRA; MAGALHÃES, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Os métodos normalmente empregados para a conservação de frutas na pós-colheita, ou após alguma etapa mínima de processamento fazem uso prioritariamente da cadeia do frio, nas quais a temperatura é reduzida logo após a colheita, a uma temperatura apropriada para cada produto e mantida preferencialmente em ambiente com alta umidade relativa até a comercialização final (BARBOSA-CANÓVAS *et al.*, 2003; COSTA *et al.*, 2012).

Uma alternativa cada vez mais divulgada e avaliada como um procedimento viável para aplicação em frutas e hortaliças processadas ou não é o emprego de coberturas comestíveis. Esses revestimentos associados a refrigeração têm o objetivo de apresentar uma atuação funcional e coadjuvante, contribuindo para a preservação da textura, valor nutricional, reduzindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho excessivo de água. (PARK, 2005; TURHAN, 2010).

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão sobre revestimentos comestíveis, dando ênfase aos revestimentos comestíveis proteicos zeína, glúten de trigo, gelatina e proteínas do soro do leite.

REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS

Os revestimentos comestíveis, também chamados de coberturas comestíveis é uma fina camada que reveste um alimento é aplicado na forma líquida, usualmente por imersão ao produto em uma solução formada por carboidrato, proteína, lipídio ou mistura (FALGUERA *et al.*, 2011). Atuam principalmente como barreira a gases e vapor de água modificando a atmosfera interna dos frutos, diminuindo a degradação e aumentando a vida de prateleira dos mesmos, além de atuarem como antimicrobianos e antioxidantes (MAIA *et al.*, 2000). Os compostos mais utilizados na elaboração de revestimentos comestíveis são as proteínas, como exemplo a gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo, zeína e proteínas miofibrilares (LAMAS; LUVIELMO, 2013). Os revestimentos podem ser simples, ou seja, elaborado com um tipo de macromolécula ou composto (dois ou mais tipos), formado por uma ou mais camadas, assim apresenta a vantagem de reunir os pontos positivos de cada uma das matérias primas (AMARANTE, 2001). Por exemplo, a baixa resistência mecânica dos lipídios pode ser melhorada pela adição de proteínas ou polissacarídeos solúveis em água (hidrocolóides), enquanto em troca os lipídios reduzem a alta permeabilidade a umidade melhorando as propriedades dos revestimentos (FAKHOURI *et al.*, 2007; DHALL, 2013).

Os revestimentos comestíveis apresentam como vantagem a simplicidade e custo, podendo ser aplicado juntamente com aditivos como exemplo os antioxidantes, antimicrobianos e flavorizantes (PALMU; FAKHOURI; GROSSO, 2002). Outra vantagem é a biodegradabilidade desses revestimentos que devem ser degradados por microrganismos em compostos naturais, como dióxido de carbono, água, metano, hidrogênio e biomassa (PALMU; FAKHOURI; GROSSO 2002; VILLADIEGO *et al.*, 2005).

Os revestimentos podem ser de origem vegetal ou animal, ou formarem um composto a partir da combinação de ambas (LAMAS; LUVIELMO, 2013), podendo ser hidrofóbicos ou hidrofílicos.

Os hidrofóbicos são à base de lipídios ou proteínas e agem como barreiras controladoras de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, óleos e compostos voláteis e vapor de água e os hidrofílicos os polissacarídeos, apresentam boa barreira a gases, além de propiciarem eficientes propriedades mecânicas de água, modificando a atmosfera interna dos frutos diminuindo a degradação e aumentando a vida de prateleira, atuando eficientemente contra a deterioração natural (AMARANTE, 2001; ASSIS; FORATO; BRITTO, 2008).

REVESTIMENTOS PROTEICOS DE ORIGEM VEGETAL

Uma das principais proteínas avaliadas para a produção de revestimentos comestíveis é a zeína, é uma proteína encontrada no endosperma do grão do milho (prolaminas), são consideradas proteínas globulares e possuem 10 segmentos helicoidais sucessivos dispostos de forma antiparalela que são estabilizados por ligações de hidrogênio (BICUDO *et al.*, 2006) são ricas em aminoácidos apolares (leucina, prolina, alanina, glicina e valina). As zeínas são altamente hidrofóbicas que contribuem para a insolubilidade em água, mas solúveis em meios alcoólicos sendo interessante na aplicação como revestimento atuando como barreira ao vapor de água e umidade. (FORATO; YUSHMANOV; COLNAGO, 2004; HERNANDEZ-MUNOZ; VILLALOBOS; CHIRALD, 2004; DANGARAN; TOMASULA, 2009).

As proteínas do trigo se dividem em 85% de gliadina e glutenina, que proporcionam a formação do glúten e 15% referente as globulinas e albuminas não formadoras do glúten (ESTELLER, 2004). Estas proteínas estão presentes em partes aproximadamente iguais no glúten de trigo, e podem ser diferenciadas levando-se em conta a solubilidade de cada fração em álcoois. As gliadinas são solúveis em solução aquosa contendo 70% (v/v) de etanol, enquanto as gluteninas são insolúveis nessa solução (WIESER, 2007). As diferenças na composição em aminoácidos do trigo e proteínas da farinha são influenciadas pelas espécies e cultivares, solo, clima e método de obtenção da farinha (JOHANSSON et al., 2013).

Revestimentos à base de proteínas como o glúten de trigo possuem alta permeabilidade a gases, boas propriedades mecânicas e baixa barreira a umidade (ARNON, POVERENOV, 2018).

REVESTIMENTOS PROTEICOS DE ORIGEM ANIMAL

O soro de leite é um coproduto da indústria de laticínios que representa a porção aquosa do leite que se separa do coágulo durante a fabricação de queijos, é um líquido opaco de cor amarelo-esverdeada (GUIMARÃES; TEIXEIRA; DOMINGUES, 2010). Pode ser obtido em laboratório ou indústrias de processamento de leite por três operações principais: coagulação enzimática, precipitação ácida e pela separação física das micelas de caseína por microfiltração, obtendo-se concentrado de micelas e proteínas do soro (MORIN et al., 2007). As proteínas do leite compreendem duas frações principais: as caseínas (80%) e as proteínas do soro (20%) (PABOEUF et al., 2011). Os componentes das proteínas do soro incluem as beta-lactoglobulina, alfa-lactalbumina, albumina, lactoferrina, imunoglobulinas, lactoperoxidase, glicomacropéptídeos (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

As proteínas do soro do leite são excelentes barreiras ao oxigênio, suas propriedades mecânicas são consideravelmente melhoradas pela adição de um agente plastificante como o glicerol (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014).

A gelatina é produzida a partir das fibras do colágeno que é uma glicoproteína que contém pequena quantidade de galactose e glicose presente na pele, tendões, cartilagens, ossos e tecidos de animais (suínos, bovinos, frango e escamas de peixes) (ALFARO, 2008). Como a gelatina é obtida através da hidrólise do colágeno, suas características como composição de aminoácidos e estrutura química dependem amplamente do colágeno utilizado. A gelatina apresenta propriedades ambifílicas, isto é, apresenta grupos de aminoácidos hidrofílicos e hidrofóbicos na sua estrutura na qual tanto as partes hidrofílicas quanto hidrofóbicas tendem a migrar para a superfície reduzindo a tensão superficial de soluções aquosas. Isso faz com que a gelatina tenha várias propriedades aplicáveis na estabilização de espumas e emulsões (SCHRIEBER; GAREIS, 2007).

De acordo com Kalia e Avérous (2011), a estrutura insolúvel do colágeno pode sofrer dois tipos de pré-tratamento a fim de se obter a gelatina (componente solúvel). O processo alcalino tem como alvo os grupos amida da asparagina e glutamina, hidrolisando-as em grupos carboxílico, promovendo a conversão de muitos destes resíduos para aspartato e glutamato. Já o processo por meio ácido pouco afeta os grupos amida e a gelatina processada através do pré-tratamento alcalino, possui natureza

elétrica diferente da gelatina ácida. Portanto, através da rota ácida é produzido gelatina do tipo A e a rota alcalina gelatina do tipo B.

TÉCNICA DE APLICAÇÃO DOS REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS

A técnica mais comum e que tem se mostrado mais eficiente na formação de coberturas é a imersão, embora o pincel e spray também são utilizados em alguns casos (ANDRADE; SKURTYS; OSORIO, 2012). A imersão é o procedimento que garante que toda a superfície do alimento entre em contato com a solução filmogênica. Cabe observar que para os revestimentos a base de proteínas, o filme formado é extremamente frágil e de baixa aderência, nestas formulações a adição de plastificantes é indicada para conferir uma maior plasticidade e uma melhor adesão. Os plastificantes mais empregados são os poliois como o glicerol, polietilenoglicol e o sorbitol. Recentemente um composto proteico plastificado com ácido oleico tem sido empregado na formação de coberturas comestíveis (VARGAS *et al.*, 2009; SCRAMIN *et al.*, 2011).

Ao imergir uma fruta em solução filmogênica a cobertura se forma estabelecendo ligações fortes e fracas, com a superfície da fruta entre essas ligações podemos destacar, as ligações de hidrogênio que predominam em superfícies hidrofílicas ou materiais com alta densidade de grupos polares, como as hidroxilas (OH) e as aminas (NH₂), a interação hidrofóbica das moléculas em ambiente aquoso e os grupos hidrofóbicos presentes na superfície sólida e a interação por forças intermoleculares, como as de London e Van der Waals que estabelecem interações fracas entre moléculas de adsorvato (solução filmogênica) e adsorvente (superfície do vegetal) (ASSIS; FORATO; BRITTO, 2009).

Antes da aplicação dos revestimentos alguns fatores precisam ser considerados, tais como estabilidade microbiológica, solubilidade, transparência, molhabilidade, resistência a óleo, gordura, coesão, propriedades mecânicas, sensoriais e permeabilidade ao vapor de água e gases (ROJAS-GRAU *et al.*, 2009).

A cobertura tem o papel de atuar como barreira à perda de umidade, controlar a respiração do produto e evitar contaminações microbiológicas e químicas, embora uma das características exigidas pelo consumidor seja a apresentação visual. Os revestimentos comestíveis sobre alimentos devem apresentar certas peculiaridades como serem invisíveis, terem aderência suficiente para não serem facilmente removidos no manuseio e não introduzirem alterações no sabor (JORGE, 2010).

A incorporação de agentes antimicrobianos em revestimentos comestíveis parece também ser promissora, no sentido de impedir ou reduzir o crescimento indesejável de microrganismos, garantindo o aumento de vida útil de frutos. Alguns agentes são derivados de fontes naturais, tradicionalmente usados como aditivos alimentares, entre eles os ácidos orgânicos, enzimas bactericidas e subprodutos derivados de plantas, incluindo os óleos essenciais (CAMPOS; GERSCHENSON; FLORES, 2011).

Os revestimentos comestíveis apresentam em sua composição substâncias conhecidas como seguras, que devem ser processadas dentro das Boas Práticas de Fabricação durante todo o preparo e aplicação e adicionadas em quantidades estabelecidas pela regulamentação vigente. No Brasil, não existe uma legislação específica para filmes e revestimentos comestíveis, mas eles podem ser

classificados como ingrediente quando melhoram a qualidade nutricional do alimento ou aditivo, quando não incrementam o valor nutricional (VILLADIEGO et al., 2005).

APLICAÇÕES DOS REVESTIMENTOS NOS ALIMENTOS

De acordo com Santos, (2016), que desenvolveu um estudo com goiabas revestidas com zeína e zeína com ácido tânico, observou-se ao longo de 12 dias de armazenamento que os frutos revestidos apresentaram menores alterações em termos de aparência, teores de clorofila, cor, perda de massa, amolecimento e alterações nos sólidos solúveis, assim os resultados foram consistentes, provavelmente relacionados à baixa permeabilidade ao oxigênio retardando o amadurecimento das goiabas.

A banana é uma das frutas mais consumidas e produzidas no mundo. No entanto chega cerca de 50% da produção ao consumidor devido às perdas pós-colheita pelo alto teor de umidade e perda de massa os frutos apresentam um aspecto enrugado, reduzindo consideravelmente o seu valor comercial e aceitação pelo consumidor. Moritz *et al.*, (2009), utilizaram revestimento proteico à base de concentrado de soro de leite e glicerol e observou que promoveu uma barreira à perda de vapor de água, visto que as fatias de banana revestidas apresentaram menor perda de umidade e apresentaram um aspecto menos enrugado que as fatias não revestidas.

Outro tipo de revestimento que vem sendo bastante utilizado é a aplicação de proteínas do soro de leite em alimentos fritos, com o objetivo de diminuir o teor de óleo no produto final. Em estudo realizado por Malok, (2014), aplicou diferentes concentrações de proteínas do soro de leite (1%, 3%, 5% e 7%) em batatas, pode-se observar que todos os tratamentos reduziram significativamente ($p \leq 0,01$) a porcentagem de gordura nas batatas fritas comparado com o controle, sendo que o menor percentual de gordura foi obtido a partir de 5% de soro de leite.

Em estudo realizado por Osawa *et al.*, (2009), aplicaram revestimento de gelatina em bolos sabor chocolate durante 10 dias de armazenamento em temperatura ambiente, ao final do armazenamento pode-se observar que o revestimento minimizou as alterações da atividade de água e textura, por outro lado os bolos revestidos com gelatina apresentaram perda de massa elevada.

Coberturas de glúten de trigo reduziram a perda de peso de caquis e tomates durante 2 semanas de armazenamento, em comparação com controles sem cobertura. Outro fator relevante é a aplicação de 2 camadas de revestimentos de glúten de trigo com cera de abelha, significativamente reduziram a perda de peso de cubos de queijo em comparação com a cobertura de uma única camada (PALMU, 2003).

NOVOS REVESTIMENTOS

A demanda dos consumidores por alimentos saudáveis está aumentando, estimulando a inovação e o desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos. Entre as principais categorias de alimentos que vem sendo bastante consumidas são os probióticos, isso aumenta a atenção dos pesquisadores para

estudar as características específicas de produtos alimentares e seus efeitos à saúde humana.

Pereira *et al.*, (2018) utilizou revestimento proteico de soro de leite incorporado com *Bifidobacterium animalis* e *Lactobacillus casei* em presunto fatiado, observou que o revestimento diminuiu a perda de água, não ocorreu nenhuma mudança de coloração comparativamente as fatias não revestidas, não ocorreu a inibição de bactérias em 45 dias de armazenamento a 4 °C e se manteve 10^8 UFC/g durante o armazenamento atuando como transportador adequado de bactérias benéficas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os revestimentos comestíveis proteicos tem um potencial a ser explorado, pois apresenta uma excelente barreira ao transporte de gases, vapor de água, podendo ser incorporado antimicrobianos naturais, antioxidantes e probióticos. . Apresentam como vantagem a biodegradabilidade, baixo custo e fácil aplicação além de manter as características sensoriais do produto.

Os revestimentos comestíveis proteicos podem ser utilizados em curto prazo pelas indústrias, porém ainda estão restritos a pesquisas, são inúmeros os estudos e a viabilidade e efetividade comercial já foram demonstrados em alguns estudos. Podem substituir embalagens primárias que tem contato direto com os alimentos, como os polímeros plásticos, porém ainda carecem de mais estudos para conseguirem substituir embalagens secundárias como o papelão, vidros e metais. A principal aplicação seria substituindo polímeros plásticos, como cortes carnes, produtos cárneos, laticínios em queijos, frutas e hortaliças, principalmente as minimamente processadas.

Edible protein coatings

ABSTRACT

Edible coatings or coatings are an alternative for the preservation of post-harvest fruits, besides promoting some benefits such as color maintenance, decrease of mass loss, barrier properties, these compounds are easy to apply and biodegradable. The present study aims to review the edible protein coatings zein, wheat gluten, gelatin and whey proteins. The works show that the coatings maintain the sensorial characteristics, besides increasing the useful life of the fruits.

KEYWORDS: zeins; wheat gluten; milk proteins; gelatine.

REFERÊNCIAS

ALFARO, A.T. **Otimização das Condições de Extração e caracterização da Gelatina de Pele de Tilápia (*Oreochromis urolepis hornorum*)**.130f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

AMARANTE, C.; BANKS, N.H.; Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. **Revista Horticultural**, v. 26.p.161-238, 2001.

ANDRADE, R.; SKURTYS, O.; OSORIO, F, A. Atomizing spray systems for application of edible coating. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.11, n.3, p.323-337, 2012.

ARNON-RIPS, H.; POVERENOV.E. Improving food products' quality and storability by using Layer by Layer edible coatings. **Trends in Food Science & Technology**, v.75, p.81-92, 2018.

ASSIS, O.B.G.; FORATO, L.A.; BRITTO, D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Revista Higiene Alimentar**, v.22, n.160, p.99-106, 2008.

ASSIS, O.B.G.; FORATO, L.A.; BRITTO, D.O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para a conservação de frutas in natura e minimamente processadas. Embrapa Instrumentação Agropecuária. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, São Carlos, n.29, 2009.

BARBOSA- CÁNOVAS.G. V.; FRENÁNDEZ, M. J. J.; ALZAMORA, S.M.; TAPIA, M.S.; LÓPEZ, M. A.; CHAVES, J. W. **Handling and preservation of fruits and vegetables by combined methods for rural areas**. Roma (IT): FAO.v. 149, 2013.

CAMPOS, C.A.; GERSCHENSON, L.N.; FLORES, S.K. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. **Food and Bioprocess Technology**.v.4, n.6, p.849-875, 2011.

CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. **Food Hydrocolloids**, 38, 20-27 (2014).

COSTA, J. M. C. da ; CLEMENTE, E; RODRIGUES S; FERNANDES, F.A.N. Refrigeration and cold chain effect an fruit shelf life. **Advances in fruit processing technologies**. Boca Raton.p. 287-330, 2012.

DANGARAN, K.; TOMASULA, P.M.; QI, P. Structure and formation of protein-based edible films and coatings. In: EMBUSCADO, M.E.; HUBER, K.C. (Eds.) Edible films and coatings for food applications. New York: **Springer**. p. 25-56, 2009.

DHALL, R.K. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: Review: Critical Reviews in **Food Science and Nutrition**, v.53, p.435-45, 2013.

ESTELLER, M.S. **Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento**. 248f. Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

FAKHOURI, F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J.P.; JIMÉNEZ, A.; MUÑOZ, J.A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: structures, active functions and trends in their use. **Trends Food Science Technology**, v.22. p.292-303, 2001.

FERNANDES, M. S.; GARCIA, R. K. A. Princípios e Inovações em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Rio de Janeiro: AMC Guedes, 2015. 363p.

FERREIRA, M.D.; MAGALHÃES, P. S. G. Colheita. In: Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças. São Carlos: **Embrapa Instrumentação**, p.15-22, 2008.

FORATO, L. A.; YUSHMANOV, V.E.; CALNAGO, L.A. **Biochemistry**, 2004. v 43.

FRANCO, A.O.T.; FERREIRA, M.D.; MAGALHÃES, A.M.; FERRAZ, A.C.; TAVARES, M. Caracterização de dois equipamentos de beneficiamento e classificação de tomates de mesa. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.783-793, 2007.

GUIMARÃES, P. M. R., TEIXEIRA, J. A.; DOMINGUES, L. Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorization of cheese whey. **Biotechnology Advances**, v. 28, n. 3, p. 375- 384, 2010.

HARAGUCHI, F. K.; ABREU W. C.; PAULA H. Proteínas do soro do leite composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 479-488, 2006.

HERNANDEZ-MUNOZ, P.; VILLALOBOS, R.; CHIRALD, A. **Food Hydrocoll**, 2004.v.18.

JOHANSSON, E.; MALIK, A. H.; HUSSAIN, A.; RASHEED, F.; NEWSON, W. R.; PLIVELIC, T.; HEDENQVIST, M. S.; GÄLLSTEDT, M.; KUKTAITE, R. Wheat gluten polymer structures: The impact of genotype, environment, and processing on their functionality in various applications. **Cereal Chemistry**, v. 90, n. 4, p. 367–376, 2013.

JORGE, Paula Canonico Silva. **Avaliação de maçã ‘Royal Gala’ revestida com filme de quitosana durante o período de pós-colheita**. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2010.

KALIA, S.; AVÉROUS, L. **Biopolymers: Biomedical and Environmental Applications**. Wiley, 2011.

KURNIAWATI, J.N.; DJUNAIDI, O.S. Physical and mechanical study on tilapia’s skin gelatin edible films with addition on plasticizer sorbitol. **Journal Food Science**.v.6, n.5, p. 142-146, 2012.

LAMAS, V. S.; LUVIELMO, de M. M. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v 8, n.1.p. 8-15, 2012.

MAIA, L. H; PORTE, A; SOUZA, V. F. Filmes comestíveis aspectos gerais propriedades de barreira a umidade e oxigênio. **Boletim do centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.18.n.1, p.105-128, 2000.

MALOK, M.A. Application of whey protein and whey protein isolate as edible coating filmes on potato pellets chips to reduce oil uptake during deep frying. **Contemporary Engineering Science**, v.7, n.34, p.1839-1851, 2014.

MORIN, P.; BRITTEN, M.; JIMÉNEZ- FLORES.; POULIOT, Y. Microfiltration of buttermilk and washed cream buttermilk for concentration of milk fat globule membrane components. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.5, p.2132-2140, 2007.

MORITZ, K. K.; ROLIM, L.C.; TOMÁS, R.F.; AGUIAR, C.L. Redução na perda de água em fatias de banana (Prata). Recobertas com revestimento elaborado à base de proteínas do soro de leite bovino. Unopar- **Ciência, Biologia e Saúde**, v. 11, n. 2, p. 45-47, 2009.

OLIVEIRA, T. C.; BENEDUCCI, W. P. ; BONFIM, P. F. ; FOSCHINI, M. M. ;FRUETT, F.; RODRIGUEZ,J. C. C.; FERREIRA, M. D . Embedded System for Monitoring Impact

Magnitude during Orange Transport. **Chemical Engineering Transactions**, v. 44, p. 313-318, 2015.

OPARA, U. L.; PATHARE, P.B. Bruise damage measurement and analysis of fresh horticultural produce - A review. **Postharvest Biology and Technology**, v. 91, p. 9-24, 2014.

OSAWA, C.C.; FONTES, L. C.B.; MIRANDA, E.H.W.; CHANG, K.Y.; STEEL, J.C. Avaliação físico-química de bolo de chocolate com coberturas comestíveis à base de gelatina, ácido esteárico, amido modificado ou cera de carnaúba. **Food Science and Technology**, v.29, n.1, p.92-99, 2009.

PABOEUF, V. et al. Processo de fabricação de ricota por ultrafiltração. Revista Indústria de Laticínios, v. 16, n. 92, p. 144-146, 2011.

PALMU, P.T.; FAKHOURI, F.M.; GROSSO, C.R.F. **Filmes biodegradáveis**. Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, v 26, p.12-17, 2002.

PALMU, Patrícia Sayuri Tanada. **Preparação, Propriedades e Aplicação de Biofilmes Comestíveis à Base de Glúten de Trigo**. 185f. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual de Campinas- Campinas, SP, 2003.

PARK, H. J; Edible coatings for fruits. In: JONGEN, W.W.F. (Ed). Fruit and vegetable processing: improve quality. Boca Raton:CRC. Press. 331-345, 2005.

PEREIRA, O.J.; SOARES, J.; MONTEIRO, M.; GOMES, A.; PINTADO, M. Impact of whey protein coating incorporated with *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* on sliced ham properties. **Meat Science** (Elsevier), v.139, p.125-133, 2018.

ROJAS-GRAU, M.A.; TAPIA, M.S.; RODRIGUEZ, F.J.; CARMONA, A.J.; MARTIN-BELLOSO, O. Alginato and gellan based edible coatings as carries of antibrowning agentes applied on fresh- cut Fuji Apples. **Food Hydrocolloids**, v. 21, n.1, p. 118-127, 2007.

SANTOS, M.T. **Melhoria de Propriedades Físicas de Filmes e Revestimentos Comestíveis de Zeína**. 121f Tese (Doutorado em Engenharia Química)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SCHRIEBER, R.; GAREIS, H. **Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice**. Wiley, 2007.

SCRAMIN, J.A.; BRITTO, D.; FORATO, L.A.; BERNARDES FILHO, R.; COLNAGO, L.A.; ASSIS, O.B.G. Characterization of zeina oleic acid films and application in fruit coating. **Journal International of Food Science and Technology**, v.46, n.10, p. 2145-2152, 2011.

SHUKLA, R.; CHERYAN, M. Zein: The industrial protein from corn. **Industrial Crops and Products (Elsevier)**, v. 13, n. 3, p. 171-192, 2001.

TURHAN, K.N. Is edible coating an alternative to Map for fresh and minimally processed fruits. **ACTA Horticulturae**, v. 876, n.1.p.299-305, 2010.

VARGAS, M.; ALBORS, A.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ- MARTINEZ, Characterization of chitosan-oleic composite films. **Food Hydrocolloids**,v. 23, n.2, p. 536- 547, 2009.

VILLADIEGO, A.M.D.; SOARES, N.F.F.; ANDRADE, N.J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V.P.R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v.2, n.300, p.221-244, 2005.

WANG, X.; MATETIĆ, M.; ZHOU, H.; ZHANG, X.; JEMRIĆ, T. Postharvest quality monitoring and variance analysis of peach and nectarine cold chain with multisensors technology. **Applied Sciences**, v. 7, n. 2, 133, 2017.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, Garching, v. 24, n. 2, p. 115-119, 2007.

Recebido: 14 dez. 2018.

Aprovado: 08 jul. 2020.

DOI: 10.3895/rebrapa.v10n3.9201

Como citar:

CARRASCO, P. B.; GANDRA, E. A.; CHIM, J. F. Revestimentos comestíveis proteicos. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 10, n. 3, p. 148-160, jul./set. 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Pérsia Barcellos Carrasco

Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos (CCQFA), Campus Capão do Leão, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, CEP 96010-900, Rio Grande do Sul, Brasil.

Direito autorial: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

