



EMBALAGENS DE ALIMENTOS À BASE DE BIOFILMES COMESTÍVEIS: uma revisão
de literatura

FOOD PACKAGING BASED ON EDIBLE BIOFILMES: a literature review

Maria Clara Caldas Costa¹, Camila Rodrigues Azevedo², Rosângela Maria Lopes de Sousa³
Alexsandro Ferreira dos Santos⁴, Ângela Tâmara Souza Barroqueiro⁵

RESUMO: Filmes comestíveis pode ser uma alternativa para estender a vida de prateleira dos alimentos, servindo como barreira à passagem de gases e quando adicionado de certas substâncias são capazes de retardar a contaminação por microrganismos. O objetivo desta revisão bibliográfica é descrever os principais tipos de biofilmes utilizados como embalagens de alimentos. A busca de dados foi realizada a partir de consultas em artigos científicos, notas científicas, trabalhos de dissertação e teses indexados nas bases *Scopus*, *Web of Science*, *SciELO*, *PubMed* e *Science Direct*. Fixou-se a busca apenas por literatura publicada nos últimos 14 anos, ou seja, aqueles publicados de 2004 a 2017. Como principais resultados, tivemos que as proteínas, os polissacarídeos e os lipídeos são os biopolímeros mais utilizados na formação dos filmes comestíveis. Os biofilmes contribuem positivamente para a conservação dos alimentos, melhoram suas qualidades sensoriais e permitem adição de compostos antioxidantes e antimicrobiano ao alimento.

PALAVRAS-CHAVE: “Biofilme”, “Alimentos”, “Embalagem biodegradável”, “Biopolímero”.

ABSTRACT: Edible films can be an alternative to extend the shelf life of foods, serving as a barrier to the passage of gases and when added with certain substances are able to delay contamination by microorganisms. The objective of this literature review is to describe the main types of biofilms used as food packaging. The search for data was carried out from scientific articles, scientific notes, dissertations and theses indexed in Scopus databases, Web of Science, SciELO, PubMed and Science Direct. The search was fixed only for literature published in the last 14 years, that is, those published from 2004 to 2017. As main results, we had that proteins, polysaccharides and lipids are the most used biopolymers in the formation of edible films. Biofilms contribute positively to food preservation, enhance their sensory qualities and allow the addition of antioxidant and antimicrobial compounds to food.

KEY WORDS: “Biofilm”, “Food”, “Biodegradable packaging”, “Biopolymer”.

¹ Acadêmica do Curso de Nutrição, Universidade CEUMA. E-mail: claramccc@gmail.com

² Egressa do curso de Nutrição da Universidade CEUMA. E-mail: cami.azevedo@hotmail.com

³ Docente do curso de Nutrição da Universidade CEUMA. E-mail: rosangela.sousa@ceuma.br

⁴ Docente do curso de Nutrição da Universidade CEUMA. E-mail: fs_alexsandro@yahoo.com.br

⁵ Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Alimentação e Nutrição – Universidade Ceuma. Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Universidade Federal do Maranhão. E-mail: angelatlsouza@gmail.com



INTRODUÇÃO

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 a Associação Brasileira de Embalagens, os plásticos representaram a maior participação no valor bruto da produção de embalagens, podendo corresponder a 39% do total (ABRE, 2013).

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 (CAPNÉ *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 as embalagens de alimentos tradicionais (MOURA e AOUADA, 2014).

O biofilme constitui uma embalagem primária, pois está diretamente em contato com o alimento. Esse tipo de revestimento ainda não possibilita eliminar o uso de embalagens secundárias e terciárias oriundas de materiais convencionais, mas ainda assim, exerce uma atuação coadjuvante contribuindo para manutenção da textura e valor nutricional dos alimentos (ASSIS e BRITTO, 2014).

O número de cientistas empenhados pela criação de biofilmes, que confirmam funcionalidade as embalagens biodegradáveis vêm aumentando, em especial nas pesquisas mais comuns, que envolvem amido e quitosana. Além disso, trabalhos com o uso de antimicrobianos incorporados como aditivos aos filmes biodegradáveis têm se destacado (BAHRAM *et al.*, 2014).



Uma vez que o biofilme é comestível, os materiais que envolvem sua composição devem ser considerados “*Geralmente reconhecido como seguro*”, do inglês “*Generally Recognized as Safe*” (GRAS), ou seja, atóxicos e seguros para uso em alimentos (FDA, 2013).

Deste modo, o objetivo deste estudo foi revisar a literatura sobre os principais tipos de biofilmes utilizados como embalagens de alimentos.

MATERIAIS E MÉTODO

Este estudo é uma revisão de literatura simples, narrativa realizado durante os meses de setembro a outubro de 2017. A busca de dados foi realizada a partir de consultas em artigos científicos, notas científicas, trabalhos de dissertação e teses indexados nas bases *Scopus*, *Web of Science*, *Scielo*, *PubMed* e *Science Direct*.

Os descritores utilizados foram: “biofilme”, “alimentos”, “embalagem biodegradável”, “biopolímero”. Fixou-se a busca apenas por literatura publicadas nos últimos 14 anos, ou seja, aquelas publicados de 2004 a 2017. O material bibliográfico adquirido, foi exaustivamente analisado, avaliado e discutido criticamente pelos pesquisadores. De acordo com a relevância, foi efetuada a definição dos principais achados a serem discutidos na revisão sobre os dados existentes na literatura referente à temática.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Composição de Filmes e suas Propriedades

A embalagem que é um biofilme é categorizada como “embalagem ativa”, pois além de criar uma barreira entre o meio interno e externo exerce outras funções na preservação do alimento. Essas funções, resultam da adição de compostos antimicrobianos, agentes reticulantes, reguladores de pH e plastificantes. Além disso, materiais nanoestruturados, como nanopartículas de quitosana, também podem ser inseridos nas matrizes biopoliméricas com a finalidade de melhorar as propriedades físico-química desfavoráveis nos biofilmes, como a baixa resistência mecânica e a permeabilidade ao vapor d’água (ANTONIOU *et al.*, 2015).

Para a elaboração de uma solução filmogênica são necessários constituintes básicos como: agentes de alto peso molecular, denominados formadores de matriz (proteína, polissacarídeo e lipídeo), um solvente (água, etanol, etanol/água) e um plastificante (glicerol, sorbitol, triacetina e ácidos graxos) (SIVA, 2013) e, quando necessário, um ajustador de pH (ácido acético, hidróxido de



amônia etc.). Cada um desses componentes é utilizado em diferentes combinações, buscando oferecer características distintas para o biopolímero (FERREIRA, 2006).

Algumas propriedades funcionais dos biofilmes devem ser levadas em consideração ao escolher o revestimento mais adequado para cada tipo de alimento, não havendo, portanto, um biofilme universal. As propriedades ópticas relacionam-se com a apresentação do produto (cor, brilho e transparência dos filmes). A qualidade do biofilme deve apresentar resistência mecânica (para que o alimento suporte ser embalado, para protegê-lo e facilitar manuseio) e flexível (suportar deformações sem quebra (SAKANAKA, 2007). As características associadas a cada tipo de biofilme comestível aplicado em alimentos podem ser observadas no quadro 1.

As proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo, zeína e proteínas miofibrilares), os polissacarídeos (amido, quitosana, pectina e a celulose) e os lipídeos (monoglicerídeos acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) são os biopolímeros mais utilizados na formação dos filmes comestíveis (SANTACRUZ; RIVADENEIRA, CASTRO, 2015).

Filmes à base de Polissacarídeo

Os polissacarídeos são naturalmente hidrofílicos, uma vez que há predominância de grupos altamente polares como a hidroxila, na forma de gel, alguns polissacarídeos retardam em alguns alimentos a perda de umidade. Isso ocorre devido à evaporação da umidade do gel antes que o alimento seja revestido, pois biofilmes a base de polissacarídeos apresentam baixa permeabilidade a gases contribuindo para redução do escurecimento enzimático, devido à ação das polifenoloxidasas (VIEGAS, 2016).

Segundo Oliveira *et al.* (2007) a utilização de revestimentos de polissacarídeos contribui positivamente para o aspecto visual das frutas conferindo brilho e transparência. Os polissacarídeos mais utilizados na elaboração de revestimentos comestíveis em frutas são amido, alginato, pectina, carragena, quitosana e derivados da celulose.

A fécula de mandioca tem sido frequentemente testada como matéria-prima para este fim, em função da sua transparência, boa resistência às trocas gasosas e baixo custo (HOJO *et al.*, 2007; SOARES, 2012).

Ressalta-se ainda o aspecto regional desse alimento em um país tropical como o Brasil, e ainda mais especificamente no estado do Maranhão, onde a mandioca movimenta em grande proporção a economia da agroindústria.



Os filmes e revestimentos comestíveis de amido apresentam limitações em suas propriedades mecânicas e de barreiras. Para melhorar essas características, pode-se recorrer a adição de plastificantes, tornando o biofilme mais elástico. Os plastificantes mais indicados são os polióis, como o glicerol e o sorbitol, que vão diminuir as forças intermoleculares que se estabelecem entre as cadeias, melhorando as propriedades do amido. Aditivos como agentes antimicrobianos, vitaminas, antioxidantes, aromatizantes e pigmentos, geralmente são utilizados (GALDEANO et al., 2009).

Castricini *et al.* (2010) avaliaram a influência de revestimentos de fécula de mandioca no amadurecimento de mamões (*Carica papaya L.*), durante 14 dias de armazenamento. Nesta pesquisa, foram utilizadas formulações de fécula de mandioca a 1%, 3% e 5%, sendo que os revestimentos de 3% e 5% reduziram a perda de massa fresca mantendo a coloração verde durante o armazenamento.

Junior *et al.* (2010) avaliaram o efeito na vida de prateleira de pedaços retangulares (3,8cm x 2,5cm x 1,4cm) de mamão (*Carica papaya, L.*), revestidos ou não com uma película comestível à base de três diferentes biopolímeros (quitosana, alginato e carboximetilcelulose - CMC) em concentrações de 0,5% (p/v). Neste estudo, foram avaliados o teor de licopeno, a perda de massa e a aceitação pelo consumidor. Os biopolímeros não alteraram o aroma, sabor, textura e aparência dos pedaços da fruta até o quarto dia de armazenamento. No entanto, no que se refere às propriedades sensoriais os resultados foram insatisfatórias após oito dias de armazenamento, comparando-se com o controle que não sofreu tratamento. Os revestimentos não foram capazes de evitar a redução da perda de massa e do teor de licopeno durante os oito dias de armazenamento e os piores resultados, foram obtidos para o revestimento com CMC, resultando em maior perda de massa, piores propriedades sensoriais e maior perda no teor de licopeno.

A quitosana é obtida pela reação de desacetilação da quitina em meio alcalino, sendo a quitina um polímero natural extraído de exoesqueleto de crustáceos, insetos, dentre outros animais. É o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (CÉ, 2009). De acordo com Devlieghere *et al.* (2004), a quitosana possui propriedades que possibilitam seu uso como um agente antimicrobiano, clarificante em sucos, antioxidante em molhos, inibidor de escurecimento enzimático em maçãs e batatas e que pode ser adicionado como recobrimento em frutas e vegetais frescos.

O filme de quitosana é considerado como material biofuncional. Nos alimentos, ele pode ser utilizado como revestimento comestível, prolongando a validade, preservação e a qualidade dos alimentos frescos (GOY; BRITTO; ASSIS, 2009). As propriedades antibacterianas e a capacidade



de formação de película de quitosana fazem dela uma escolha ideal para ser incorporadas aos biofilmes, pois melhoram a capacidade de armazenamento de alimentos perecíveis (DUTTA *et al.*, 2009).

Diante das pesquisas realizadas, verificou-se que o uso de revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos tem grande aplicação e apresenta resultados positivos no que se referem ao aumento da vida de prateleira pós-colheita das frutas (LUVIELMO E LAMAS, 2012).

Filmes à base de Proteína

As fontes de proteínas para produção de biofilmes comestíveis são variadas, incluindo fontes naturais como caseína, proteína de soro, colágeno, gelatina, queratina, glúten de trigo, proteína de soja, proteína de amendoim, milho-zeína e proteína de semente de algodão. As proteínas são estruturadas por 20 monômeros (aminoácidos) diferentes, que possibilitam maiores propriedades funcionais e potenciais para formação de ligações inter e intramoleculares conferindo aos filmes boas propriedades mecânicas (LONGARES *et al.*, 2014).

Filmes e coberturas de proteínas possuem a capacidade de atuarem como barreira semipermeável a umidade, gases e compostos aromáticos, além de controlar transferência de massa em sistemas alimentícios (LIMPAN *et al.*, 2010).

Outras vantagens dos filmes a base de proteína, é que estes são transparentes, homogêneos, e flexíveis, no entanto, as funcionalidades dos filmes proteicos dependem do estado inicial da proteína (DENAVI *et al.*, 2009).

A zeína é uma proteína do milho, de caráter hidrofóbico, devido à elevada concentração de aminoácidos não-polares, como leucina, alanina e prolina, que a torna insolúvel em água mesmo em baixa concentração e assim, sendo solúvel em soluções alcoólicas de 60-95% de etanol. Em álcool, é aberta parcialmente a estrutura em hélice da zeína proporcionando sua dissolução. A água, por ser uma molécula pequena, migra para a molécula de zeína fechada permitindo sua abertura e a molécula do solvente forma pontes de hidrogênio com o polímero (serina e treonina), tornando-a solúvel (TAVARES, 2010; FORATO *et al.*, 2013). A zeína do glúten do milho sofre extração convencional a partir de solução aquosa de álcool. O composto deve ser removido ao final por evaporação, obtendo-se a fração protéica (ALMEIDA, 2010).

Proteínas do soro de leite já foram anteriormente estudadas como revestimento comestível por Gago *et al.*, (2006), aplicando o biofilme em maçãs cortadas em cubos 2x2cm, adicionados de antioxidantes, com o objetivo de verificar a influência sobre a coloração dos pedaços de frutas. O



estudo conseguiu verificar que o uso do revestimento combinado com o antioxidante ácido ascórbico reduziu o escurecimento enzimático das frutas, quando comparado ao controle (sem revestimento e sem antioxidante). Não houve perda de peso em relação às frutas recém-colhidas provavelmente devido à alta umidade relativa do produto.

Em outro estudo, Lucena *et al.*, (2017) produziu filmes e coberturas com xilana extraída de sabugos de milho associada à gelatina em uvas. Os resultados demonstraram melhora na capacidade de induzir uma melhora nas propriedades do produto.

Filmes à base de Lipídios

Os biofilmes à base de lipídios normalmente são confeccionados a partir de ceras (por exemplo, cera de carnaúba, cera de abelha e parafina), óleos (por exemplo, óleo mineral e vegetal) e resinas (por exemplo, resina de madeira de goma-laca, resina cumarona-indeno) (BLUM *et al.*, 2005).

Os lipídeos apresentam uma ótima barreira à umidade devido à hidrofobicidade característica (JANJARASSKUL; KROCHTA, 2010). O biofilme a base de lipídeos têm demonstrado vantagens interessantes quando aplicados em alimentos frescos, congelados e processados. No entanto, eles apresentam algumas desvantagens, como formação de fissuras, falta de homogeneidade, alterações sensoriais, baixa adesão ao produto e, em alguns casos, a alta barreira a gases que eles estabelecem, leva a condições anaeróbicas (CUTER, 2006).

A adição de lipídios possibilita a melhora das propriedades de permeabilidade ao vapor d'água, as características de barreiras controladas e melhora a resistência dos biofilmes produzidos a partir de proteínas, demonstrando uma solução viável para filmes proteicos (WANG *et al.*, 2014; ZAHEDI *et al.*, 2010).

As desvantagens desse tipo de revestimento estão relacionadas à opacidade conferida aos filmes, a sensibilidade à oxidação a permanência do sabor residual e a baixa flexibilidade dos lipídeos (FARIAS, 2011).

Para formação de filmes e revestimentos são muito usados, ácidos graxos como o oléico, linoléico, esteárico e palmítico em formulações. Esses ácidos graxos insaturados fornecem maior flexibilidade aos filmes, na literatura também existem registros de trabalhos usando o ácido oléico (ALMEIDA *et al.*, 2010).

Outro estudo de aplicação de revestimento em manga Tommy Atkins (*Mangifera Indica*) foi feito por Ribeiro *et al.* (2009). As frutas foram avaliadas após aplicação de filmes, em diferentes



concentrações de dextrina associadas ou não a fonte lipídica. Como resultados, o uso dos revestimentos reduziu a perda de massa das frutas, sendo que a concentração de 2% contendo óleo de girassol atrasou a maturação. Houve redução da perda de firmeza e da degradação de ácidos orgânicos, atraso no aumento do teor de substâncias pécnicas e preservação da aparência, formando uma película uniforme a olho nu.

Blum *et al.* (2008) avaliaram a eficiência da cera de carnaúba na conservação pós-colheita do caqui. Os resultados apresentados revelaram que o uso da cera de carnaúba, independentemente da concentração utilizada, diminuiu a perda de massa dos frutos em até 7,8% em armazenagem por 60 dias em câmara fria. A imersão dos frutos em solução com 12,5% de cera foi capaz de prolongar o tempo de armazenamento por 6 dias, mantendo o teor de ácido ascórbico e da firmeza. Com o passar dos dias, houve decréscimo da acidez e aumento do pH. O uso da cera de carnaúba também foi estudado por Silva *et al.* (2009) para avaliar o efeito da conservação pós-colheita em maracujá-amarelo. Este estudo também demonstrou que o a carnaúba aumentou o tempo de armazenamento do fruto.



Quadro 1. Características associadas a cada tipo de biofilme

| Autor (ANO) | Filme Estudado | Alimento | Principais Resultados |
|---------------------------|---|------------------|---|
| Castricini et al. (2010) | Fécula de mandioca | Mamão | Redução da perda de massa fresca; Manutenção da coloração do alimento |
| Junior et al. (2010) | Biopolímeros (quitosana, alginato e carboximetilcelulose) | Mamão | Não ocorreu alteração do aroma, sabor, textura e aparência (até o 4º dia de experimento); Presença de alterações sensoriais (após 8º dia de experimento): redução da perda de massa e do teor de licopeno especialmente nos alimentos revestidos com CMC. |
| Devlieghere et al. (2004) | Quitosana | Maças e batatas | Agente antimicrobiano, clarificante em sucos, antioxidante em molhos, inibidor de escurecimento enzimático; Bom revestimento em frutas e vegetais frescos. |
| Lucena et al., (2017) | Xilana extraída de sabugos de milho | Uvas | Produção de filmes e coberturas capazes de induzir melhoras nas propriedades do produto. |
| Ribeiro et al. (2009) | Óleo de girassol | Manga | Redução da perda de massa; Atraso na maturação do fruto; Diminuição da perda de firmeza e da degradação de ácidos orgânicos; Atraso no aumento do teor de substâncias pécticas e preservação da aparência, formando uma película uniforme a olho nu. |
| Blum et al. (2008) | Cera de carnaúba | Caqui | Diminuição da perda de massa dos frutos; Manutenção do teor de ácido ascórbico e da firmeza; Prolongamento do tempo de armazenamento por 6 dias; Decréscimo da acidez e aumento do pH com o decorrer do armazenamento. |
| Silva et al. (2009) | Cera de carnaúba | Maracujá-amarelo | Aumento no tempo de armazenamento do fruto. |
| Autor (ANO) | Filme Estudado | Alimento | Principais Resultados |
| Castricini et al. (2010) | Fécula de mandioca | Mamão | Redução da perda de massa fresca; Manutenção da coloração do alimento |
| Junior et al. (2010) | Biopolímeros (quitosana, alginato e carboximetilcelulose) | Mamão | Não ocorreu alteração do aroma, sabor, textura e aparência (até o 4º dia de experimento); Presença de alterações sensoriais (após 8º dia de experimento): redução da perda de massa e do teor de licopeno especialmente nos alimentos revestidos com CMC. |
| Gago (2006) | Proteínas do soro de leite | Maçã | Reduziu escurecimento enzimático; Não houve perda de peso. |
| Lucena et al., (2017) | Xilana extraída de sabugos de milho | Uvas | Produção de filmes e coberturas capazes de induzir melhoras nas propriedades do produto. |
| Ribeiro et al. (2009) | Óleo de girassol | Manga | Redução da perda de massa; Atraso na maturação do fruto; Diminuição da perda de firmeza e da degradação de ácidos orgânicos; Atraso no aumento do teor de substâncias pécticas e preservação da aparência, formando uma película uniforme a olho nu. |
| Blum et al. (2008) | Cera de carnaúba | Caqui | Diminuição da perda de massa dos frutos; Prolongamento do tempo de armazenamento por 6 dias. |
| Silva et al. (2009) | Cera de carnaúba | Maracujá-amarelo | Aumento no tempo de armazenamento do fruto. |



CONCLUSÃO

Devido às características dos alimentos, em sua maioria perecíveis, há cada vez mais pesquisas com objetivo de criarem embalagens que sejam seguras e garantam preservação. Além disso, a conscientização dos consumidores quanto ao descarte de embalagens não biodegradáveis estimula a busca de matérias alternativas para substituir, ainda que parcialmente, as embalagens tradicionais. A criação de biofilmes comestíveis e biodegradáveis a base de polissacarídeos, proteínas e lipídeos, ou ainda, uma combinação destes pode contribuir para melhora das questões ambientais.

Os biofilmes contribuem positivamente para a conservação dos alimentos, melhoram suas qualidades sensoriais e permitem adição de compostos antioxidantes e antimicrobiano ao alimento. Os estudos comprovam que o uso de revestimentos contribui consideravelmente para manutenção da coloração natural dos alimentos, reduz a taxa respiratória e perda de massa, além de contribuir para preservação dos compostos nutricional e funcional.

A disponibilidade, biodegradabilidade e funcionalidade dos biofilmes comestíveis são vantagens que incentivam a exploração de novas matérias primas. E, apesar do grande variedade de biofilmes comestíveis, sua produção como embalagem de alimentos ainda é relativamente pequena, por isso é importante que mais pesquisas sejam realizadas.

REFERÊNCIAS

ABRE. **Dados de Mercado**. 2013. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/>>. Acesso em: 20 de março de 2018.

ALVES, S. T. **A contaminação de alimentos gordurosos através de migração de plastificantes do tipo DEHA e DEHP do filme de PVC**. 2009. 43 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ANTONIOU, J. et al. Characterization of tara gum edible films incorporated with bulk chitosan and chitosan nanoparticles: a comparative study. **Food Hydrocolloids**, v. 44, p. 309- 319, 2015

ASSIS, O. B. G. e BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal. Food Technology**, Campinas v. 17, n. 2, p. 87-97, abr./jun. 2014.

BAHRAM, S. et al. Whey protein concentrate edible film effects of essential oils. **Journal Food Process. Preserv**, 2014.



BLUM, J. et al. 2008. Uso de cera na conservação pós-colheita do caqui cv. Giombo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, **30**(3):830-833, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452008000300046>> . Acesso em 10 de março de 2018.

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.

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.

CASTRINI, A.; CONEGLIAN, R.C.C.; VASCONCELLOS, M. A. S. Qualidade e amadurecimento de mamões ‘golden’ revestidos por película de fécula de mandioca. *Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas*, **4**(1):32-41, 2010.

CÉ, N. Utilização de filmes de quitosana contendo nisina e natamicina para cobertura de kiwis e morangos minimamente processados. Dissertação (**Mestrado**). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 95 p. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2009.

CUTER, C. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. *Meat Science* v. 74, p. 131-142, 2006.

DENAVI, G. Efeitos das condições de secagem em algumas propriedades físicas de filmes protéicos de soja *Jornal de Engenharia de Alimentos*. vol 90 pp. 341, 2009. FALGUERA, V. et al. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 22, pp. 292 e 303, 2011.

DEVILIEGHIERE, F. et al. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Food Microbiology*, v.21, p.703-714, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002004000413>>. Acesso em: 20 de março de 2018.

FARIAS, M. G. Elaboração de filmes comestíveis de amido adicionados de polpa de acerola. Dissertação (**Mestrado em Ciência dos Alimentos**). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro (RJ), 2011.

FDA, FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Generally recognized as safe (GRAS)**. Silver Spring. Disponível em:<<http://www.fda.gov/Food/IngredientsPackagingLabeling/GRAS/>>. Acesso em: 24 de março de 2018.

FERREIRA, A. H. Efeito da adição de surfactantes e do ajuste de pH sobre filmes a base de gelatina, triacetina, ácidos graxos e cera de carnaúba e de cana-de-açúcar. Dissertação (**Mestrado em Alimentos e Nutrição**) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

FLORES-LOPEZ, M.L. et al. Perspectives on Utilization of Edible Coatings and Nano-laminate Coatings for Extension of Postharvest Storage of Fruits and Vegetables. *Food Eng Rev* 8: 292–305, 2016.



GAGO, M.B.P. et al. 2006. Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. **Postharvest Biology and Technology**, **39**(1):84-92. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.08.002>. Acesso em 20 de março de 2018.

GALDEANO, M. C. et al. Effects of production process and plasticizers on stability of films and sheets of oat starch. **Materials Science and Engineering C**, Lausanne, v. 29, p. 492-498, 2009.

GOY, R. C.; BRITTO, D.; ASSIS, O. B. G. A Review of the antimicrobial activity of chitosan. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 19, nº 3, p. 241-247, 2009.

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.

JUNIOR, E. B. et al. Efeito de diferentes biopolímeros no revestimento de mamão (*Carica papaya* L) minimamente processado. **Revista Varia Scientia Agrárias**, **1**(1):131-142, 2010.

LIMPAN, N., PRODPRAN, T., BENJAKUL, S., & PRASARPRAN, S. Properties of biodegradable blend films based on fish myofibrillar protein and polyvinyl alcohol as influenced by blend composition and pH level. **Journal of Food Engineering**, London, v. 100, n. 1, p. 85–92, 2010.

LUCENA, C. A. A. et al. Desenvolvimento de biofilmes à base de xilana e xilana/gelatina para produção de embalagens biodegradáveis. **Polímeros[online]**, vol.27, n.spe [cited 2018-03-25], pp.35-41, 2017.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, vol. 8, N. 1, p. 8-15, jan/jun, 2012

MELO, P. T. S; AOUADA, F. A; MOURA, M.R; Fabricação de Filmes Bionanocompósitos 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.

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.

RIBEIRO, W. X. Caracterização de biofilme à base de zeína e ácido oléico adicionado de nanocarbonato. Dissertação (**Mestrado**) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São Jose do Rio Preto, São Paulo, 2014.

RIBEIRO, M.C.O. et al. Utilização de filmes comestíveis em alimentos. **Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: Desenvolvimentos em Tecnologia de Alimentos**, 2007.

SANTACRUZ, S; RIVANDANEIRA, C; CASTRO, M. Edible films based on starch and chitosan, Effect of starch source and concentration, plasticizer, surfactant's hydrophobic tail and mechanical treatment. **National Agricultural Library. Food hydrocolloids**, v. 49 pp. 89-90, 2015.

SAKANAKA, L.S. Confecção de filmes biodegradáveis por extrusão de blendas de amido termoplástico e polibutileno succinato co-adipato (PBSA). Dissertação



(Doutorado em Ciência de Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

SILVA, A.S. et al. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento Dcomestível à base de fécula de mandioca. *Ciência e Agrotecnologia*, **30**(6):1116-1119. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000600011>. Acesso em: 15 de março de 2018.

SILVA, E. M. Produção e caracterização de filmes biodegradáveis de amido do pinhão. Dissertação **(Graduação)**. Universidade do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Química. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2011.

SILVA V.W.; BIFANI, M.; SOBRAL, P.J.A.; GUILLÉN, M.C.G. Structural properties of films and rheology of film-forming solutions based on chitosan and chitosan-starch blend enriched with murta leaf extract. **Food Hydrocolloids** v.31, p.458-466, 2013.

VIÉGAS, L. P. Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de amido com quitosana para aplicação em embalagens de alimentos. Dissertação **(Mestrado)**. Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2016.

ZAHEDI, Y. et al.,. Physical properties of edible emulsified films based on pistachio globulin protein and fatty acids. **Food Eng.**, v. 100, p. 102-108, 2010.

WANG, Z. et al. The effects of ultrasonic/microwave assisted treatment on the water vapor barrier properties of soybean protein isolate-based oleic acid/stearic acid blend edible films. **Food Hydrocolloid**, v. 35, p. 51-58, 2014.