

Biofilmes de gelatina: Efeito da adição de surfactante e ácidos graxos de óleo de coco na permeabilidade ao vapor de água

Biofilms gelatin: Effect of addition surfactant and fatty acids from coconut oil in permeability to water vapor

Thiago Azevedo de Oliveira^{1}, Ricardo Henrique de Lima Leite², Edna Maria Mendes Aroucha²,
Delânnia Maia Nobre², Francisco Klebson Gomes dos Santos³*

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adição de surfactante tween 20 e ácidos graxos de óleo de coco na permeabilidade ao vapor de água de biofilmes de gelatina. O experimental foi realizado em delineamento inteiramente casualizados (DIC), disposto em esquema fatorial 2 x 5, com 3 repetições, em que o primeiro fator corresponde ao dos tratamentos com tween 20 e ácidos graxos de óleo de coco, e o segundo termo corresponde a concentração (0%, 12.5%, 25%, 37.5% e 50%) em relação a massa de gelatina. Para isso os biofilmes gelatina nas diferentes concentrações foram preparados pelo método de casting utilizando-se como plastificante o glicerol. Após a formação do filme, sua propriedade de permeabilidade ao vapor de água foi determinada. Os filmes compostos com ácidos graxos de óleo de coco apresentaram em todas as concentrações estudadas valores de permeabilidade ao vapor de água, significativamente, menores dos que os filmes compostos por surfactante tween 20 em todas suas concentrações. A adição de ácidos graxos e surfactante aumentaram a espessura dos filmes. A adição de surfactante tween 20 e o aumento de sua concentração proporcionaram o aumento na permeabilidade ao vapor de água, enquanto que a adição de ácidos graxos de óleo de coco e o aumento de sua concentração proporcionou uma redução da permeabilidade ao vapor de água.

Palavras-chave: filmes comestíveis, tensoativo, biodegradabilidade.

ABSTRACT: This study aimed to assess the effect of adding surfactant tween 20 and fatty acids of coconut oil in the water vapor permeability of gelatin biofilms. The experiment was conducted in completely randomized design (CRD), arranged in 2 x 5 factorial arrangement with 3 replications, where the first factor corresponds to treatment with tween 20 and fatty acids of coconut oil, and the second term corresponds to concentration (0%, 12.5%, 25%, 37.5% and 50%) compared to gelatin mass. For this biofilms gelatin at different concentrations were prepared by casting method using glycerol as a plasticizer. After the formation film, its property of permeability to water vapor was determined. The composite films with fatty acids from coconut oil showed in all concentration values of permeability to water vapor significantly smaller than those films composed of surfactant Tween 20 at all concentrations. Addition of fatty acid and surfactant increased the thickness of the films. The addition of the surfactant Tween 20 and its increasing concentration gave an increase in permeability to water vapor, while the addition of fatty acids of coconut oil and an increase in their concentration provides a reduction of permeability to water vapor.

Keywords: Edible films, surfactant, biodegradability.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos materiais é uma área de pesquisa que ganha cada vez mais importância nos meios acadêmicos. Essa área é vital para a adequação dos materiais existentes às necessidades que são submetidos, pois estas estão sempre em constante mudança. A poluição ambiental causada pela deposição de materiais de

embalagens não renováveis no meio ambiente demanda alternativas para seu controle e/ou eliminação (JIMÉNEZ et al, 2012).

O uso de revestimentos e filmes comestíveis tem crescido constantemente na indústria de alimentos. Ambos ajudam a satisfazer muitos desafios relacionados com o armazenamento e a comercialização de produtos alimentícios. A funcionalidade e o desempenho dos

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 25/05/2012; aprovado em 20/11/2012

¹ Eng^o Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró, RN. thiagoagrotec@hotmail.com*

² Prof^{o(a)} Adjunto do Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais, UFERSA, Mossoró, RN. ricardoleite@ufersa.edu.br; aroucha@ufersa.edu.br; klebson@ufersa.edu.br

³ Graduanda em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN. delannia_nobre@hotmail.com

biofilmes e revestimentos dependem de suas propriedades mecânicas e de barreiras, que por sua vez dependem da composição do filme, do processo de formação e o método de aplicação no produto (AHMAD et al., 2012).

Os materiais mais utilizados para a elaboração de biofilmes são misturas de lipídeos, proteínas, carboidratos, plasticizantes, surfactantes, aditivos e solventes (AHMAD et al, 2012; ANDREUCETTI et al, 2011), sendo necessário, pelo menos, um biopolímero que tenha a capacidade de formar uma matriz contínua, homogênea e coesa (FAKHOURI et al, 2009).

Os biofilmes e as coberturas a partir de proteínas (caseína, gelatina, soja, zeína, glúten e albumina de ovo)

são boas barreiras ao O₂ e CO₂ em ambientes com baixa

umidade relativa, mas não em alta umidade devido à susceptibilidade do filme em absorver umidade e se dissolver, também, a alta permeabilidade ao vapor de água em função do caráter hidrofílico dos filmes à base de proteínas limita sua aplicação na formação de embalagens (DAVANÇO et al, 2007).

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) é um processo no qual o vapor se difunde de um lado para outro do filme. Para a determinação da permeabilidade, devem-se estabelecer condições específicas de temperatura, umidade relativa, espessura e diferença de pressão parcial (FAKHOURI 2007).

A permeabilidade ao vapor de água é considerada uma das propriedades de barreira de materiais. O seu conhecimento é imprescindível para eventuais aplicações dos filmes em embalagens, porém não é uma propriedade restritiva. Um material muito permeável ao vapor de água poderá ser indicado para embalagens de vegetais frescos, enquanto um filme pouco permeável poderá ser indicado para produtos desidratados (SOBRAL; OCUNO, 1999).

Para isso filmes e coberturas compostos ou de duas camadas estão sendo pesquisados, a fim de melhorar as características de permeabilidade, força, flexibilidade e valor nutricional (AMARANTE e BANK, 2001). Quando se adiciona um componente hidrofóbico à suspensão formadora do filme, produzem-se filmes compostos, nos quais o componente lipídico atua como barreira ao vapor de água, e a proteína ou polissacarídeo fornecem a barreira ao oxigênio e as características mecânicas necessárias para um bom filme (ANKER et al., 2001).

A natureza química dos lipídios modifica as propriedades dos biofilmes, como, por exemplo, o comprimento da cadeia carbônica, onde, quanto maior o número de carbonos na sua estrutura lipídica, mais difícil é a incorporação dos compostos lipídicos na solução proteica e os ácidos graxos de maior cadeia possuem a permeabilidade ao vapor de água mais elevada devido à estrutura longa da cadeia ser mais heterogênea (MORILLON, 2002).

Os surfactantes são compostos que apresentam atividade na superfície da interface entre duas fases, tais como ar-água, óleo-água, e na superfície de sólidos.

Também são conhecidos como agentes tensoativos. Tais compostos caracterizam-se por possuir duas regiões distintas na mesma molécula: uma região polar hidrofílica e outra região não polar hidrofóbica (MINATTI, 2005). Segundo BALDWIN et al, (1997) agentes emulsionantes ou surfactantes são frequentemente necessários para melhorar a estabilidade das partículas de lipídios na matriz proteica.

O presente trabalho teve como objetivo de avaliar o efeito da adição de Surfactante tween 20 e ácidos graxos de óleo de coco em diferentes concentrações na permeabilidade a vapor de água de biofilme a base de gelatina.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, município de Mossoró/RN. Os biofilmes foram obtidos hidratando-se 20,0 g de gelatina (tipo B, bloom = 244, marca ômega) e 1,00 g de glicerol em 100 g de diferentes formulações contendo água destilada, surfactante (tween 20) e ácidos graxos de óleo de coco.

A gelatina repousou em contato com as misturas por 1 hora em temperatura ambiente para ocorrer seu intumescimento. Em seguida, aqueceram-se as soluções filmogênicas a 60 °C, por 10 min, até a completa dissolução da gelatina. 2 mL das diferentes formulações foram depositados em placas de Petri de 5,55 cm de diâmetro e deixadas em repouso, a temperatura ambiente (27 ±2°C), para que ocorresse a gelificação.

As formulações foram monitoradas visualmente até a obtenção dos filmes. Os ácidos graxos de óleo de coco utilizados foram obtidos por hidrólise alcalina de óleo de coco adquirido da empresa Coco e Cia, localizada no município de São José de Mipibú no Rio Grande do Norte. Após a hidrólise os carboxilatos obtidos foram tratados com solução 6 N de HCl de forma a se obter os ácidos graxos livres. Esses foram lavados com água destilada, sucessivas vezes, de forma a remover o glicerol e resquícios de ácido clorídrico. O surfactante, polisorbato 20 (tween 20), é do tipo não iônico, da marca VETEC.

A espessura foi determinada, após a análise da permeabilidade a vapor de água, com o auxílio de um micrômetro manual. As espessuras foram efetuadas em três pontos na área de transmissão de água com diâmetro de 14,3 mm, o resultado consistiu da média dos pontos avaliados, expressos em milímetros (mm). Cada concentração de filme foi feita em triplicata.

A permeabilidade a vapor de água foi determinada a 29°C por método gravimétrico com base na norma E 96-80 da ASTM adaptado por Carvalho (1997). Os filmes foram fixados em células de permeabilidade contendo cloreto de cálcio, mantendo-se uma distância superior a 6,0 mm entre o filme e o dessecante. As células foram mantidas a 29 °C dentro de dessecadores contendo água destilada. O peso das células foi registrado em intervalos de 24 horas durante sete dias. A permeabilidade ao vapor de água foi calculada empregando-se a Equação (1).

$$PVA = \frac{m}{t} \cdot \frac{x}{A \cdot \Delta p} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde, PVA: permeabilidade ao vapor de água (g.mm/d.m².kPa), x: espessura do filme (mm), t: tempo no qual ocorre ganho de massa (dia), A: área exposta do filme de 1,60*10-4m² e Δp: diferença de pressão parcial de vapor de água, ambos a 29 °C de 4,216 kPa.

O experimental foi realizado em delineamento inteiramente casualizados (DIC), disposto em esquema fatorial 2 x 5, com 3 repetições, em que o primeiro fator corresponde ao dos tratamentos com tween 20 e ácidos graxos de óleo de coco, e o segundo termo corresponde a concentração (0%, 12,5%, 25%, 37,5% e 50%) em relação a massa de gelatina.

Os resultados observados para cada variável foram submetidos à análise de variância e as médias da adição de tween 20 e ácidos graxos de óleo de coco nos biofilmes de gelatina, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCURSÕES

Houve interação significativa entre os tratamentos e as concentrações utilizadas para a espessura e permeabilidade a vapor de água dos filmes de gelatina (tabela 1).

Tabela 1- Permeabilidade a vapor de água e espessura de biofilme de gelatina com Tween 20 e Ácidos graxos de óleo de coco em função da concentração. Mossoró-RN, UFERSA, 2011

Concentração (%)	Características avaliadas			
	Espessura (mm)		PVA (g mm d ⁻¹ m ² KPa ⁻¹)	
	Tween 20	Ácidos graxos	Tween 20	Ácidos graxos
0	0,1033 aD	0,1033 aD	16,93 aC	16,93 aA
12,5	0,1167 bC	0,1467 aCD	20,14 aA	17,04 bA
25	0,1300 aBC	0,1300 aBC	20,47 aA	12,15 bB
37,5	0,1133 aAB	0,1200 aB	18,45 aB	10,16 bC
50	0,1367 aB	0,1233 bA	21,29 aA	10,16 bC

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A espessura dos biofilmes deve ser a mais homogênea possível para evitar problemas mecânicos e de conservação. Ela deve ser estabelecida levando se em conta a utilização final do filme, que vai depender do alimento a ser embalado (JIMÉNEZ et al, 2012).

Com o aumento da concentração adicionada de tween 20 e ácidos graxos de óleo de coco nos biofilmes de gelatina ocorreu um acréscimo na espessura dos biofilmes, mas só nas concentrações de 12,5 e 50% de aditivos ocorreu diferença estatística (figura 1). Resultado semelhante foi encontrada por Fakhouri et al. (2003) adicionando diferentes concentrações de triacetina e ácido esteárico obtendo variação de espessura de 0,078 a 0,1118 milímetros. Segundo Wolf (2007), deve se leva em consideração a quantidade de massa seca de cada solução filmogênica para controlar a espessura dos filmes.

Na adição da concentração de 12,5% de aditivos o biofilme com ácidos graxos de óleo de coco obteve uma maior espessura de 0,1467 mm, diferenciando estatisticamente do biofilme com a mesma concentração de tween 20 que apresentou espessura de 0,1167mm. Em um estudo realizado por Davanço et al. (2007) com a adição de ácidos graxos ele obteve espessura de filmes variando de 0,088 a 0,095 mm sendo menor que os resultados apresentados nesse trabalho devido a quantidade de gelatina utilizada ser 10 gramas menor na elaboração do filme. Houve diferença significativa da

permeabilidade a vapor de água, independente da substância e da concentração adicionada. Os filmes compostos com ácidos graxos de óleo de coco apresentaram em todas as concentrações estudadas valores de permeabilidade a vapor de água (PVA), significativamente, menores (p≤0,05) do que os filmes compostos por surfactante tween 20 em todas suas concentrações. Isso pode ter ocorrido pelo fator hidrofóbico dos ácidos graxos em relação a fator hidrofílico do surfactante.

O surfactante tween 20 proporcionou um acréscimo na permeabilidade a vapor de água de 16,93 a 21,29 (g.mm.d-1.m-2.KPa-1) com o aumento da concentração de 0 a 50% em relação a massa de gelatina, diferentemente de resultados encontrados por Davanço et al. (2007) que com a adição de surfactante Tween 80 em biofilmes de gelatina com glicerol e ácido capríco reduziu a permeabilidade ao vapor de água de 9.5 a 6.7(g.mm.d-1.m-2.Kpa-1), da mesma forma verificaram que com adição de surfactante tween 80 em biofilme de gelatina com glicerol e ácido esteárico não ocorreu diferença para a permeabilidade ao vapor de água.

A adição dos ácidos graxos de óleo de coco proporcionou uma redução da permeabilidade de 16,93 a 10,16 (g.mm.d-1.m-2.Kpa-1). Resultados encontrados por Ahmad et al. (2012) e Bertan et al. 2005 demonstram que a

adição de compostos lipofílicos reduzem a permeabilidade ao vapor de água com o aumento da concentração.

Fakhouri et al. (2009) realizando um estudo com adição de diferentes ácidos graxos em filmes de amido de milho e gelatina mostraram que o aumento da concentração do ácido caprílico de 5 para 50% em relação a massa do polímero obtiveram um aumento significativo da permeabilidade ao vapor de água de 3.38 para 4.95 (g.mm.d-1.m-2.Kpa-1), enquanto que o aumento da concentração de ácido palmítico 5 para 25% em relação a massa do polímero mostrou uma redução significativa na permeabilidade ao vapor de água de 4.44 para 2.79 (g.mm.d-1.m-2.Kpa-1).

CONCLUSÕES

1. A adição de surfactante tween 20 proporciona o aumento na permeabilidade ao vapor de água, enquanto que a adição de ácidos graxos de óleo de coco proporciona uma redução.

2. O aumento da concentração adicionada de surfactante tween 20 nos biofilmes de gelatina aumentaram sua permeabilidade a vapor de água, enquanto que o aumento da concentração adicionada de ácidos graxos de óleo de coco reduziu sua permeabilidade ao vapor de água.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; BENJAKULA, S.; PRODPRANB, T.; AGUSTINIC, T. W. Physico-mechanical and antimicrobial properties of gelatin film from the skin of unicorn leatherjacket incorporated with essential oils. **Food Technology**, v. 28, p. 189-199, 2012.
- AMARANTE, C.; BANKS, N. H. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. **J. Horticultural Reviews**, v. 26, p. 161-238, 2001.
- ANDREUCCETTI, C.; CARVALHO, A. R.; GARCÍA, T. G.; BUSTOS, F. M.; GROSSO, C. R. F. Effect of surfactants on the functional properties of gelatin-based edible films. **Journal of Food Engineering**, v. 103, p. 129-136, 2011.
- ANKER, M.; STADING, M.; HERMANSSON, A. Aging of whey protein films and the effect on mechanical and barrier properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 989-995, 2001.
- BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; HAGENMAIER, R. D.; BAKER, R. A. Use of lipids in coatings for food products. **Food Technology**, v. 51, n. 6, p. 56-62, 1997.
- BERTAN, L. C.; TANADA-PALMU, P. S.; SIANI, A. C.; GROSSO, C. R. F. Effect of fatty acids and 'Brazilian elemi' on composite films based on gelatin. **Food Hydrocolloids**, v.19, p. 73–82, 2005.
- CARVALHO, R. M. **Desenvolvimento e caracterização de biofilmes a base de gelatina**. Campinas (SP), 1997. 128p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos Universidade Estadual de Campinas.
- DAVANÇO, T.; TANADA-PALMU, P.; GROSSO, C. 2007. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou caprílico: efeito do pH e da adição de surfactantes sobre a funcionalidade dos filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** 27(2): 408-416.
- FAKHOURI F. M. ; BATISTA J. A. ; GROSSO C.R.F. Desenvolvimento e Caracterização de Filmes Comestíveis de Gelatina, Triacetina e Ácidos Graxos, **Brazilian Journal of Food Technology**, vol6, n2, 301-308, jul/dez 2003.
- FAKHOURI F. M.; FONTES, L. C. B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; 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 de Alimentos**. v.27, p.369-375, 2007.
- FAKHOURI, F. M.; FONTESA, L. C. B.; INNOCENTINI-MEIB, L. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P. Effect of fatty acid addition on the properties of biopolymer films based on lipophilic maize starch and gelatin. **Food Technology**, v. 61, p. 528-536, 2009.
- FERREIRA, D. F. Programa Sisvar.exe: sistema de análise de variância. Versão 3.04. Lavras: UFLA, 2000.
- GONTARD, N.; GUILBERT, S. Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. **Boletim do SBCTA**, v. 30,n. 1, p.3-15, 1996.
- JIMÉNEZ, A.; FABRA, M. J.; TALENS, P.; CHIRALT, A. Edible and Biodegradable Starch Films: A Review. **Food Bioprocess Technology**. V.4, p.0-0, 2012.
- McHUGH T. H; KROCHTA, J. M. Permeability properties of edible films. In: KROCHTA, J. M., BALDWIN, E. A., NISPEROS-CARRIEDO, M. (eds). Edible coatings and films to improve food quality. Technomic Publishing Co, Inc.Lancaster USA, 1994.
- MINATTI, E. **Um novo modelo para a interação entre polímeros neutros hidrossolúveis e surfactantes**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências Físicas e Matemáticas), Departamento de Química - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MORILLON, V. Influence of the physical state of water on the barrier properties of hydrophilic films. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 1, p. 11-16, 2002.

RODRÍGUEZ, M.; OSÉS, J.; ZIANI, K.; MATÉ, J. I. Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films. **Food Research International**, v. 39, p. 840-846, 2006.

VANIN, F. M; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C.; CARVALHO, R. A.; HABITANTE, A. M. Q. B. Effects of plasticizers and their concentrations on thermal and functional properties of gelatin-based films. **Food Hydrocolloids**, v. 19, p. 899-907, 2005.

WOLF, K. L. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra e pó de colágeno**. 103p. Dissertação, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São José do Rio Preto. 2007.