

Caracterização de biofilmes alimentares desenvolvidos a partir de coproduto de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com a adição de surfactantes

Characterization of food biofilms developed from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) co-product with the addition of surfactants

RESUMO

A indústria de alimentos sofre elevadas perdas com a frutas e hortaliças, o que a instiga a buscar alternativas como o desenvolvimento de biofilmes para revestir alimentos e prolongar sua vida de prateleira. Faz-se necessário um estudo das propriedades mecânicas e de barreira dos filmes, as quais comprovem a eficiência de sua aplicação, sendo este o objetivo do presente trabalho. Por isso elaborou-se um biofilme com base de gelatina extraída de pele de tilápia do Nilo e adição de surfactantes para investigação dessas propriedades. Foi utilizado um delineamento experimental composto central rotacional e por meio do mesmo, o tratamento com o a menor concentração de surfactante Dodecil Sulfato de Sódio (SDS) e Tween 80 foi o mais eficiente pois apresentou as melhores propriedades de barreira e foi o menos espesso, o que o classifica como menos perceptível ao paladar.

Palavras-chave: Aproveitamento. Shelf-life. Revestimento. Embalagens

Abstract

The food industry suffers heavy losses from fruits and vegetables, prompting it to look for alternatives such as the development of biofilms to coat food and extend its shelf life. It is necessary to study the mechanical and barrier properties of films, which prove the efficiency of their application, which is the objective of the present work. For this reason, a gelatin-based biofilm was extracted from Nile tilapia skin and surfactants were added to investigate these properties. A rotational central composite experimental design was used and the treatment with the lowest concentration of surfactant Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) and Tween 80 was the most efficient as it presented the best barrier properties and was the least thick. which classifies it as less noticeable to the taste.

Keywords: Harnessing. Shelf-life. Coating. Packaging.

Camila da Silva Venancio
camilavenancio@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Leila Larisa Medeiros Marques
leilalarisamarques@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Flávia Aparecida Reitz Cardoso
flaviareitz@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

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



INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos constantemente enfrenta problemas relacionados à conservação de alimentos perecíveis, dos quais destacam-se as frutas e hortaliças. Os problemas vêm desde o momento em que são colhidas, quando se dá início a uma série de processos que influenciam na qualidade do produto e nas suas consequentes perdas até o consumidor (DILKES-HOFFMAN et al., 2018). Das perdas mais significativas podem-se destacar a degradação e síntese de pigmentos, conversão do amido em açúcares, redução da firmeza, degradação de pectinas e apodrecimento, podendo atingir até 40% de toda a produção brasileira antes de chegar à mesa do consumidor (LEMOS et al., 2007).

Em 2018, o mercado global de embalagens atingiu 910 bilhões de euros, dos quais, metade deste valor está relacionada à produção de alimentos e bebidas. Os materiais mais utilizados para elaboração de embalagens são o plástico como matéria-prima para embalagem e preservação de alimentos e o alumínio para bebidas (VÄHÄ-NISSI et al., 2017).

Indústrias de embalagens estão à procura de materiais sustentáveis que consigam proporcionar boas propriedades de barreira básicas como retardar a migração de umidade, de gases, de óleo ou gordura e de soluto; oferecer uma integridade estrutural adicional aos alimentos; reter compostos aromáticos e funcionar como suporte para aditivos. Além disso, a barreira chamada de biofilme pode prover nutrientes, melhorar as características sensoriais do produto e incorporar aromas, pigmentos ou outros aditivos, incluindo agentes antioxidantes e antimicrobianos (VARTIAINEN et al., 2017).

O interesse está focado em biofilmes biodegradáveis devido principalmente à demanda por alimentos de alta qualidade, preocupações ambientais em relação ao descarte de embalagens não renováveis e oportunidades para criar novos mercados para as matérias-primas formadoras de filme provenientes de produtos agrícola. Lembrando que os mesmos também podem ajudar a manter características de qualidade desejáveis aos alimentos, como cor, aroma, acidez, doçura, teor de tempero ou sal (PALMU, 2003).

Com base nestas considerações e no intuito de colaborar ambientalmente, o objetivo do estudo foi realizar a caracterização de biofilmes desenvolvidos a partir de gelatina extraída por meio de material de descarte da indústria de peixes, contando com a adição de surfactante para posterior análise da vida de prateleira de produtos que contarão com essa proteção.

MATERIAL E MÉTODOS

A) ELABORAÇÃO DOS FILMES: Os filmes biodegradáveis foram preparados segundo uma técnica tipo casting. Inicialmente, hidratou-se 6g de pó de gelatina seca durante 1h. Esta gelatina foi obtida da extração da pele de tilápia em um béquer contendo 100 ml de água destilada à temperatura ambiente. Após este período de tempo, foram adicionados mais 200ml de água destilada à temperatura de 65°C. O béquer foi colocado sobre uma chapa de aquecimento com temperatura ajustada em 65°C e a solução foi agitada com um agitador mecânico (AAKER FISTAM 713-D) a 450 rpm. Adicionou-se 15% (de massa seca do pó de gelatina) de sorbitol e a agitação seguiu por 30 min. Em seguida, foram acrescentados

demais constituintes do filme: 15% também de glicerol, ácido (cítrico ou esteárico) e a quantidade de surfactante conforme proposto pelo delineamento (Tabela 1). Agitou-se por mais 10 min para que houvesse completa homogeneização. A solução foi resfriada à temperatura ambiente para que fosse feito o ajuste do pH com solução de NaOH 0,1M. Esta solução foi vertida em formas de silicone e seca em estufa por 48h a 35°C.

B) ESPESSURA: A análise de espessura foi realizada em dez repetições, por meio da mensuração dos filmes em cinco pontos diferentes com o uso do micrômetro externo digital (PANTEC 1/TCLA) de precisão de 0,001mm.

C) PROPRIEDADES MECÂNICAS: As propriedades mecânicas dos filmes foram determinadas com base nos ensaios de tração (resistência máxima a tração (MPa), alongação na ruptura (%) e Módulo de Young (MPa)). Os corpos de prova foram cortados em tamanhos de 1 x 5 cm, acondicionados em dessecador com umidade relativa (UR) igual a 53% por 72h e então analisados em um texturômetro Stable Micro Systems (TA HD plus), conforme a American Society for Testing and material (ASTM d-882-00, 2001).

D) DELINEAMENTO EXPERIMENTAL: Um delineamento experimental composto central rotacional foi realizado no software Statistica 10, contendo 3 pontos fatoriais, 3 pontos axiais e 2 repetições no ponto central, perfazendo um total de 11 ensaios conforme a Tabela 1 e os valores correspondentes aos diferentes níveis das variáveis são apresentados na Tabela 2.

Tabela 1- Delineamento estatístico proposto para a preparação de filmes elaborados com adição de surfactantes

TRATAMENTO	PERCENTUAL TOTAL DE SURFACTANTE (%)	SDS	TWEEN 80
1	40	0,0	1,0
2	40	0,5	0,5
3	40	1,0	0,0
4	60	0,0	1,0
5	60	0,5	0,5
6	60	1,0	0,0
7	80	0,0	1,0
8	80	0,5	0,5
9	80	1,0	0,0
10	60	0,5	0,5
11	60	0,5	0,5

Tabela 2- Níveis das variáveis independentes do planejamento fatorial completo 3³ usado para filmes de pele de tilápia

	-1	0	1
SURFACTANTE	40%	60%	80%
SDS	0	0,5	1,0
TWEEN 80	0	0,5	1,0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados obtidos (Tabela 3) é possível observar que somente os tratamentos que contaram com a mistura dos dois tipos de surfactantes foram os quais se apresentaram adequados para as posteriores análises. Segundo Davanço, Tanada-Palmu e Grosso (2007) a adição demasiada de SDS gera filmes com baixas propriedades mecânicas, o que os caracteriza como quebradiços, não permitindo sua aplicação em uma superfície ou corte para análise. O mesmo conjunto de autores afirma também que o Tween 80 é um agente tensoativo hidrofóbico, onde sua adição em soluções filmogênicas gera películas de proteção amolecidas, incapazes de serem cortadas e analisadas, sendo isto o que aconteceu com as formulações incapazes de serem analisadas.

Tabela 3- resultados da análise estatística do delineamento proposto

Tratamentos	Espessura (mm)	pH	Resistência à tração (MPa)	Elongação (%)	Módulo de Young (MPa)
1	*	*	*	*	*
2	0,258^b±0,019	7,510^a±0,006	0,388^a±0,046	120,487^a±12,890	0,1417^a±0,0192
3	*	*	*	*	*
4	*	*	*	*	*
5	0,308^{ab}±0,022	7,493^a±0,015	0,275^a±0,020	47,258^b±2,008	0,0307^b±0,0103
6	*	*	*	*	*
7	*	*	*	*	*
8	0,361^a±0,011	7,500^a±0,000	0,035^b±0,005	16,405^c±0,779	0,0003^c±0,0000
9	*	*	*	*	*
10	0,310^{ab}±0,019	7,487^a±0,017	0,274^a±0,018	44,379^b±2,859	0,0197^b±0,0030
11	0,301^{ab}±0,006	7,503^a±0,009	0,277^a±0,017	42,216^{bc}±0,648	0,0204^b±0,0030

Sobrescritos iguais na mesma coluna indicam médias sem diferença estatisticamente significativa com $p < 0,05$.

* Não foi possível o desenvolvimento dessa formulação

O pH de todos os tratamentos foram estatisticamente semelhantes, entorno de 7,5, valor este sugerido por Davanço (2006) que por meio de um conjunto de delineamentos observou que os melhores resultados das propriedades mecânicas e de barreira foram encontrados em formulações filmogênicas com pH ajustado para 7,5.

A espessura dos filmes foi variando conforme a composição de cada formulação, sendo o aumento da espessura diretamente proporcional ao aumento da concentração de surfactantes e os valores encontrados foram de 0,258 a 0,361 mm para os filmes desenvolvidos. Houve diferença significativa na espessura entre filmes desenvolvidos de acordo com o teor total de surfactantes.

As principais propriedades dos filmes são as de barreira e as mecânicas, onde dentro do segundo grupo merece destaque a resistência à tração, que expressa a tensão máxima desenvolvida pelo filme durante um teste de tração, e a elongação, que é a capacidade do filme em esticar (LEMOS et al., 2007).

Para os filmes, segundo Vartiainen et al. (2017) uma alta resistência à tensão é requerida, enquanto que o valor da elongação depende do tipo de aplicação do filme, já que para manter a sua integridade e propriedades de barreira, um filme deve tolerar a tensão normalmente encontrada durante a sua aplicação, além do

transporte e manuseio. O autor ainda afirma que a alongação é geralmente tirada do ponto de quebra, no teste de tração, sendo expressa como percentual de aumento do comprimento original da amostra.

O presente estudo contou com valores de resistência a tração baixos (de 0,035 a 0,388 MPa) se comparados aos de Pereira et al. (2018) que foram de 1,40 a 3,09 MPa onde o menor valor encontrado foi no tratamento 8, o qual contém uma maior concentração de surfactantes.

A adição de substância hidrofóbicas como o surfactante tween 80 pode promover uma modificação na matriz filmogênica, resultando na diminuição da resistência a tração, conforme verificado por Caner, Vergano e Wiles (1998). Esse efeito pode estar relacionado com a substituição parcial dos polímeros por lipídios na matriz do filme (YANG; PAULSON, 2000).

O aumento da contração de SDS implica em uma diminuição da resistência a tração, isso se dá pelo fato de que o SDS não quebra pontes dissulfeto, mas promove as interações hidrofóbicas entre as moléculas de proteína. Isto ocorre por meio da ligação da porção não polar do SDS aos resíduos de aminoácidos hidrofóbicos (DAVANÇO, 2006).

Os maiores valores de propriedades mecânicas seja de resistência a tração, alongação ou módulo de Young são os do tratamento 2 o qual contou com a menor adição de surfactantes, estando em acordo com autores citados (Davanço, (2006); Yang e Paulson (2000); Caner, Vergano e Wiles (1998) e atendendo as exigências de Vartiainen et al. (2017).

CONCLUSÃO

Em suma o tratamento 2 que contém ao todo 40% de surfactante em sua formulação, sendo que desse total de surfactante 50% represente a porção de SDS e os outros 50% representem a porção de Tween 80, apresentou os valores mais altos de propriedades mecânicas tais como resistência a tração, módulo de Young e alongação mostrando que esse tratamento resultou em um filme mais resistente que os demais desenvolvidos e todas essas características foram obtidas com a formulação menos espessa, indicando que a espessura não é determinante para escolha da formulação mais resistente. Esse tipo de projeto pode ser considerado uma iniciativa que visa atender as expectativas da indústria de embalagens e auxiliar na preservação de alimentos, respeitando o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM- "ASTM E 23-96, 1996: Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials" ASTM, USA (1996).

CANER, C.; VERGANO, P. J.; WILES, J. L. Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, plasticizer, and storage. *Journal of Food Science*, v. 63, n. 6, p. 1049-1053. 1998. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15852.x>. Acessado em 12 de ago. de 2019.

DAVANÇO, T. Desenvolvimento e Caracterização de Biofilmes à base de Gelatina, Triacetina, Ácido esteárico ou Ácido caprício e Surfactantes. Dissertação de mestrado. 155f. Apresentado a UNICAMP na cidade de Campinas- SP. 2006.

Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/255982/1/Davanco_Taciana_M.pdf. Acessado em 12 de ago de 2019.

DAVANÇO, T.; PALMU, P. T.; GROSSO, C. Filmes compostos de gelatina, triacetina, ácido esteárico ou capríico: efeito do pH e da adição de surfactante sobre a funcionalidade do filme. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, p. 408-416, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612007000200034&script=sci_abstract&tlng=pt. Acessado em 07 de jul de 2019.

DILKES-HOFFMAN, L. S. et al. Environmental impact of biodegradable food packaging when considering food waste. *Journal of Cleaner Production*, v. 180, p. 325–334, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618301914>. Acessado em 07 de jul de 2019.

LE MOS, O. L. et al. Utilização de biofilme comestível na conservação, de pimentão “Magali R” em duas condições de armazenamento. *Bragantia*, v. 66, n. 4, p. 693–699, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052007000400020&script=sci_abstract&tlng=pt. Acessado em 23 de jul de 2019

PALMU, P. S. T. *Preparação, Propriedades E Aplicação De Biofilmes*. Campinas: 2003. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/255981/1/Palmu_PatriciaSayuriTanadaD.pdf. Acessado em 24 de jul. de 2019.

PEREIRA, G. V. S.; PEREIRA, G. V. S.; NEVES, E. M. P. X.; JOELE, M. R. S. P.; LIMA, C. L. S.; LOURENÇO, L. F. H. Effect of adding fatty acids and surfactant on the functional propriets of biodegradable films prepared with myofibrillar proteins from acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*). *Food Science and Technology*. Ahead of Print. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0101-20612018005029103&lng=pt&nrm=iso. Acessado em 02 de ago. de 2019.

VÄHÄ-NISSI, M. et al. Cellulose nanofibrils in biobased multilayer films for food packaging. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 134, n. 19, p. 2–9, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.44830>. Acessado em 03 de ago. de 2019.

VARTIAINEN, J. et al. Biobased mineral-oil barrier-coated food-packaging films. *Journal of Applied Polymer Science*, v. 134, n. 9, p. 1–7, 2017. Disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.44586>. Acessado em 03 de ago. de 2019.

YANG, L.; PAULSON, A. T. Mechanical and water vapor properties of edible gellan films. *Food Research International*, v. 33, p. 563-570, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996900000922?via%3Dihub>. Acessado em 12 de ago. de 2019.