

## Características físico-químicas e propriedades mecânicas de biofilme de coproduto de Tilápia do Nilo

## Physicochemical characteristics and mechanical properties of Nile Tilapia co-product biofilm



### RESUMO

**Pâmela da Silva Souza**  
[pamsouza2016@hotmail.com](mailto:pamsouza2016@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

**Leila Larisa Medeiros Marques**  
[leilalarisamarques@gmail.com](mailto:leilalarisamarques@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil.

**Camila da Silva Venancio**  
[camilavenancio@alunos.utfpr.edu.br](mailto:camilavenancio@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

**Flávia Aparecida Reitz**  
[flaviareitz@gmail.com](mailto:flaviareitz@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

O interesse em filmes comestíveis origina-se da tentativa de desenvolver embalagens facilmente degradáveis, sem que agrida o meio ambiente e de melhor qualidade. Os biofilmes são utilizados para reforçar os alimentos, resultando na melhoria da durabilidade durante o processamento, estocagem e distribuição. O presente trabalho apresenta as características físico-químicas e as propriedades mecânicas de filmes com adição de 40%, 60% e 80% de surfactantes. Foram avaliados os testes de cor, opacidade, alongação, resistência à tração, espessura e módulo de Young, onde foi visto que o aumento da concentração de surfactantes provoca perda das propriedades mecânicas, e a amostra com 60% de surfactantes apresentou uma diferença significativa nos testes de cor e opacidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Filmes. Tilápia. Surfactantes. Opacidade. Cor



### ABSTRACT



The interest in edible films stems from the attempt to develop easily degradable packaging, without harming the environment and better quality. Biofilms are used to reinforce food, resulting in improved durability during processing, storage and distribution. The present work presents the physicochemical characteristics and mechanical properties of films with the addition of 40%, 60% and 80% of surfactants. Young's color, opacity, elongation, tensile strength, thickness and modulus tests were evaluated, where it was seen that the increase in surfactant concentration causes loss of mechanical properties, and the sample with 60% surfactant showed a significant difference in the results. Color and opacity tests.

**KEYWORDS:** Movies. Tilapia. Surfactants. Opacity. Color.



**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

Segundo Souza (2012) o rendimento médio do filé de tilápia é de 30%, enquanto os resíduos representam 70%, distribuído em carcaça 35%, cabeça 14%, vísceras 10% e as escamas 1%. Vem sendo incentivado o aproveitamento desses resíduos para a fabricação de subprodutos, garantindo maior lucratividade e menor impacto ambiental dessa atividade.

Os biofilmes podem ser de dois tipos: coberturas ou filmes. As coberturas são aplicadas diretamente nas superfícies dos alimentos e os filmes são películas finas formadas sobre um suporte. Ambos podem ser definidos como uma fina camada contínua formada ou depositada no alimento, preparada a partir de materiais biológicos, que pode agir como barreira a elementos externos (umidade, óleos, gases), protegendo o alimento e aumentando sua vida de prateleira. Algumas possíveis propriedades funcionais dos filmes e coberturas são: inibir a migração de umidade, retardar o transporte de solutos, oferecer integridade estrutural adicional aos alimentos, reter compostos aromáticos e poder carregar aditivos alimentícios (ROCHA, 2009).

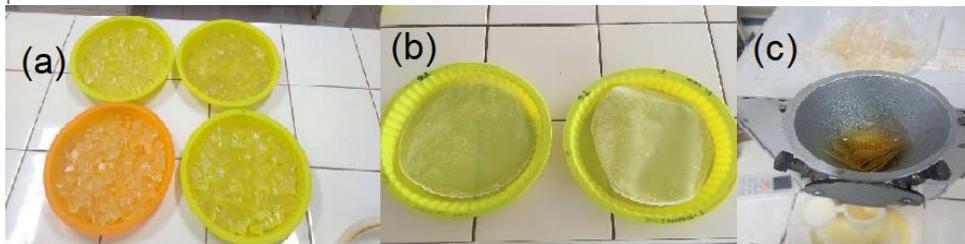
Portanto, o presente trabalho teve por objetivo realizar a caracterização de filmes provenientes de peles de tilápia do Nilo submetidas à adição de fibras, com a finalidade de prolongar a vida de prateleira. Foram avaliados os testes de cor e opacidade, e realizado a análise estatística dos mesmos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração da gelatina foi utilizado dois béqueres de 1L como recipiente e pesou-se 300g de pele com escamas para cada béquer em balança digital. Em seguida, as peles de cada béquer foram submersas em uma solução onde continha 250mL de butanol, 375mL de ácido acético e 375mL de ácido clorídrico, por um período de 6 h. Após esse período, descartou-se a mistura do tratamento, as peles foram suspensas em peneira de aço inox e lavadas com 2L de água. Retirou-se o máximo de escamas possível durante essa lavagem.

Posteriormente, para o processo de extração, 405 mL de água destilada foram adicionada em cada béquer de 1L contendo as peles tratadas e mantida em banho termostático a 65 °C, por mais 6 h. Ao fim da etapa da extração, os sólidos foram separados do sobrenadante por um processo de dupla filtragem. O sobrenadante era depositado em recipientes de plástico, previamente identificados, cobertos com plástico filme e colocados na geladeira para gelatinização por um período de 24 h. As gelatinas foram cortadas em cubos de tamanho 2x2 cm, colocadas em formas de silicone e secas em estufa com circulação de ar a 60 °C por 24 h, para depois serem trituradas no moinho de facas modelando-as em pó, o mais similar possível a uma gelatina comercial, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – (a) Gelatinas cortadas em cubos, distribuídas em formas de silicone; (b) Finas películas das mesmas após secagem em estufa; (c) Transformação das finas películas em pó.



Fonte: Produção do próprio autor.

### Cor e opacidade

As gelatinas secas foram submetidas às análises de cor, opacidade e pH. Onde a análise colorimétrica e de opacidade foram determinados com um colorímetro Miniscan XE (HunterLab) com  $D_{65}$  e luz do dia.

A cor foi medida por meio dos padrões CIE Lab:  $L^*$ , variando de 0 (preto) a 100 (branco);  $a^*$ , do verde (-) ao vermelho (+); e  $b^*$ , do azul (-) ao amarelo (+) (GENNADIOS, 1996; KUNTE, 1997). Os biofilmes foram colocados em uma superfície de placa branca padrão, e os padrões  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram medidos e transferidos em tempo real, para um microcomputador. A diferença de cor ( $\Delta E^*$ ) foi calculada com a equação 1.

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L_s^*)^2 + (a^* - a_s^*)^2 + (b^* - b_s^*)^2}$$

Equação 1

onde  $L_s^*$  (94,86),  $a_s^*$  (-0,76) e  $b_s^*$  (1,96) são os padrões CIE Lab do padrão branco.

A opacidade dos biofilmes foi determinada segundo método Hunterlab (Hunter Associates Laboratory, 1997), utilizando o mesmo aparelho das medidas de cor. Por esse método, a opacidade (Y) da amostra é calculada como a relação entre a opacidade da amostra colocada sobre o padrão preto ( $Y_p$ ) e a opacidade da amostra colocada sobre o padrão branco ( $Y_b$ ), segundo a equação 2.

$$Y = (Y_p/Y_b) \times 100$$

Equação 2

Por meio da mesma solução foi possível a mensuração do pH, realizado com o uso do pHmetro, onde foi adicionado solução de NaOH 0,1 molar para chegar no pH esperado (7,5).

### 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 72 horas 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).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos dos testes realizados em filmes com diferentes quantidades de surfactantes.

Tabela 1 – Médias e desvios padrões dos testes realizados com a incorporação de 40%, 60% e 80% de surfactantes em filmes

Amostras	$\Delta E$	Opacidade
40%	4,79 <sup>a</sup> ±0,63	73,65 <sup>a</sup> ±1,22
60%	2,60 <sup>b</sup> ±0,29	63,96 <sup>b</sup> ±0,79
80%	3,26 <sup>ab</sup> ±0,58	71,60 <sup>a</sup> ±1,32

Sobrescritos iguais na mesma coluna, para a mesma variável resposta, indicam médias sem diferença estatisticamente significativa com 5% no Teste de Tukey.

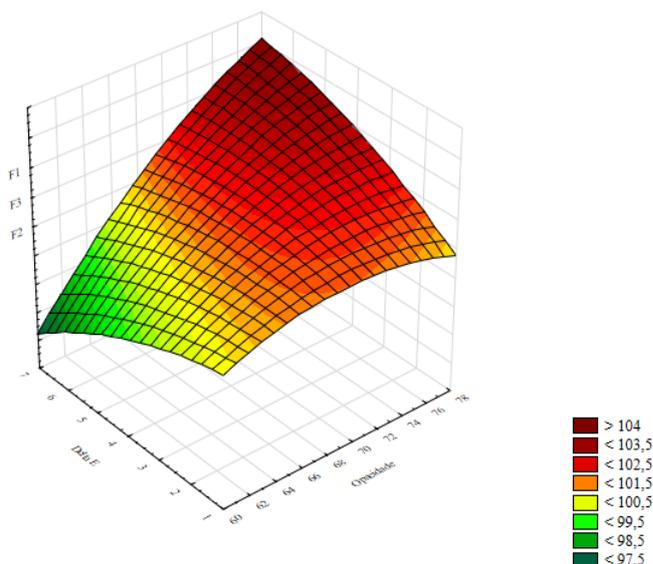
F1 = 40%; F2 = 60%; F3 = 80%

Fonte: Produção do próprio autor (2019)

Pelas análises da Tabela 01 é possível verificar que a diferença de cor ( $\Delta E$ ), obtida entre a cor padrão e as cores das amostras apresentou diferença significativa entre as amostras com 40 e 60% de surfactante. No entanto, elas não tiveram diferença em relação à amostra 3, com 80% de surfactante. Para a opacidade, as amostras 1 e 3 não possuem diferença significativa entre as médias e se diferem da amostra 2. Quanto mais clara a amostra, menor é o delta E.

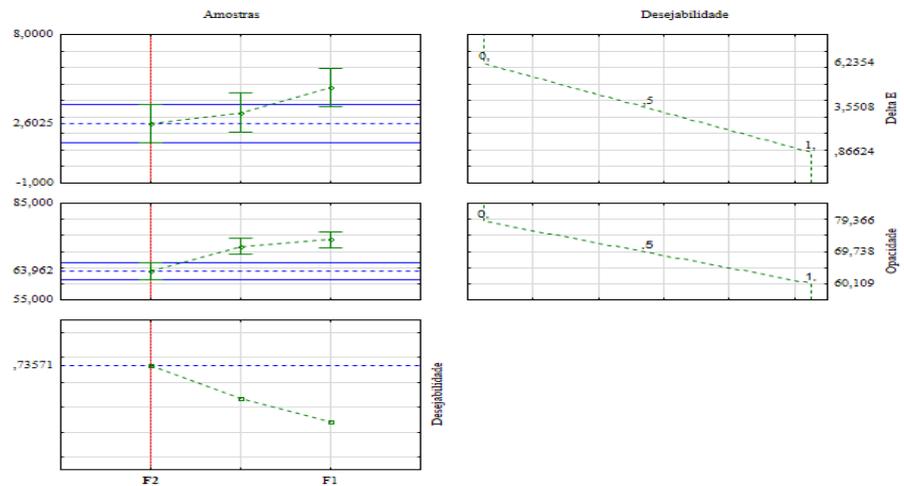
A Figura 2 apresenta a superfície de resposta relacionando a diferença entre cores ( $\Delta E$ ) e a opacidade. É possível verificar que a formulação F2 (60%) de surfactante é a que possui menor opacidade e o menor  $\Delta E$ , resultado este corroborado pela Figura 3, pois quanto menor o valor do  $\Delta E$ , mais clara é a amostra. Da mesma forma a opacidade, ou seja, quanto menor seu valor, menos opaco é o filme.

Figura 2 – Superfície de resposta da diferença entre cores e opacidade.



Fonte: Produção do próprio autor (2019)

Figura 3 – Gráfico de influência de surfactante em filme na diferença entre cores e opacidade.



Fonte: Produção do próprio autor (2019).

### Propriedades Mecânicas

Um delineamento experimental composto central rotacional foi realizado contendo 3 pontos fatoriais, 3 pontos axiais e 2 repetições no ponto central, perfazendo um total de 11 ensaios. Os valores correspondentes aos diferentes níveis das variáveis são apresentados no quadro 1.

Quadro 1 -Alíquotas utilizadas para cada formulação dos filmes de pele de tilápia

Tratamento	Surfactante (%)	SDS	Tween 80	Resistência à tração (MPa)			Elongação (%)			Módulo de Young (MPa)		
				**	**	**	**	**	**	**	**	**
1	40	0,0	1,0	**	**	**	**	**	**	**	**	**
2	40	0,5	0,5	0,298	0,413	0,452	112,58	145,69	103,19	0,111	0,177	0,137
3	40	1,0	0,0	**	**	**	**	**	**	**	**	**
4	60	0,0	1,0	**	**	**	**	**	**	**	**	**
5	60	0,5	0,5	0,315	0,254	0,256	48,965	43,256	49,552	0,011	0,046	0,035
6	60	1,0	0,0	**	**	**	**	**	**	**	**	**
7	80	0,0	1,0	**	**	**	**	**	**	**	**	**
8	80	0,5	0,5	0,043	0,025	0,036	16,052	17,896	15,266	0,0003	0,0003	0,0004
9	80	1,0	0,0	**	**	**	**	**	**	**	**	**
10	60	0,5	0,5	0,256	0,311	0,256	50,065	41,019	42,053	0,015	0,020	0,025
11	60	0,5	0,5	0,265	0,254	0,310	43,256	42,365	41,026	0,020	0,016	0,026

\*\* Não foi possível a elaboração do filme para análise.

Fonte: Produção do próprio autor

Na tabela 3 foi feita a média de cinco tratamentos dos onze realizados, onde a formulação com 80% de surfactantes apresentou uma maior espessura, e baixa resistência à tração, alongação e módulo de Young. Já o tratamento com 40% de surfactantes apresentou uma baixa espessura e alta resistência à tração, alongação e módulo de Young.

Com isso, quanto maior a adição da mistura de surfactantes nos filmes com pH alcalino, tende a diminuir os valores de alongação, resistência à tração e módulo de Young.

Tabela 3- Médias das propriedades mecânicas obtidas dos filmes de pele de tilápia

Tratamentos	Espessura (mm)	pH	Resistência à tração (MPa)	Elongação (%)	Módulo de Young (Mpa)
2	0,258 <sup>b</sup> ±0,019	7,510 <sup>a</sup> ±0,006	0,388 <sup>a</sup> ±0,046	120,487 <sup>a</sup> ±12,890	0,1417 <sup>a</sup> ±0,019
5	0,308 <sup>ab</sup> ±0,022	7,493 <sup>a</sup> ±0,015	0,275 <sup>a</sup> ±0,020	47,258 <sup>b</sup> ±2,008	0,0307 <sup>b</sup> ±0,010
8	0,361 <sup>a</sup> ±0,011	7,500 <sup>a</sup> ±0,000	0,035 <sup>b</sup> ±0,005	16,405 <sup>c</sup> ±0,779	0,0003 <sup>c</sup> ±0,000
10	0,310 <sup>ab</sup> ±0,019	7,487 <sup>a</sup> ±0,017	0,274 <sup>a</sup> ±0,018	44,379 <sup>b</sup> ±2,859	0,0197 <sup>b</sup> ±0,003
11	0,301 <sup>ab</sup> ±0,006	7,503 <sup>a</sup> ±0,009	0,277 <sup>a</sup> ±0,017	42,216 <sup>bc</sup> ±0,648	0,0204 <sup>b</sup> ±0,003

Médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Fonte: Produção do próprio autor.

## CONCLUSÃO

Este trabalho contribuiu para um estudo da cor e opacidade empregando-se colorímetro. Os filmes apresentam-se levemente **amarelados**, onde a amostra com a quantidade de 60% de surfactante apresentou uma diferença significativa tanto no delta E quanto no teste de opacidade, sendo assim uma amostra mais clara e menos opaca. Por outro lado, o aumento da concentração de surfactantes provoca perda de propriedades mecânicas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a UTFPR pela oportunidade e desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- 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**, v. 6, n. 2, p. 301-308, 2003.
- GENNADIOS, A.; WELLER, C.L.; HANNA, M.A.; FRONING, G.W. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, n.3, p.585-589, 1996.
- KUNTE, L.A.; GENNADIOS, A.; CUPPETT, S.L.; HANNA, M.A.; WELLER, C.L. Cast films from soy protein isolates and fractions. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.74, n.2, p.115-118, 1997.
- SASTRY, T.P.; ROSE, C.; GOMATHINAYAGAM, S.; RADHAKRISHNAN, G. SOBRAL, P. J. do A. Influência da espessura de biofilmes feitos à base de proteínas miofibrilares sobre suas propriedades funcionais. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 6, p. 1251-1259, jan. 2000.
- SOUZA FILHO, M. S. M. de, et al. **Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 64. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Agroindústria Tropical Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Embrapa. Brasília, DF, 2012..
- ROCHA. G. O. **Obtenção e Caracterização de Filmes Biodegradáveis a partir de Misturas de Amido de Mandioca e Extrato Protéico de Soja. Dissertação de mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos**. 92p. UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). Seropédica-RJ. 2009.
- ASTM - "ASTM D 882-00: Standard test methods for tensile properties of thin plastics sheeting", **ASTM**, Philadelphia (2001).