

<https://eventos.utfpr.edu.br/sei/sei2018>

## Desenvolvimento de gelatina com baixo teor de gordura a partir da pele da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Camila da Silva Venancio

Autor

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

Leila Larisa Medeiros Marques

Autor

[leilamarques@utfpr.edu.br](mailto:leilamarques@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Paraná, Brasil

### RESUMO

**RESUMO:** Durante o processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), uma pequena parte do produto pode ser comercializada como filé e mais da metade de seu peso é convertido em coprodutos como a pele, que possui alta qualidade nutricional e pode ser uma fonte de obtenção de gelatina. **OBJETIVO:** O objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma gelatina proveniente de peles de tilápia do Nilo submetidas a diferentes tratamentos, visando obter baixo teor de lipídeos e alto teor de proteína, tendo como variável a composição das soluções em que as peles foram submersas. **MÉTODOS:** O delineamento consistia em permutações entre três reagentes nas seguintes concentrações: butanol 15%, ácido clorídrico 0,8% e ácido acético 0,8%. As peles foram submersas nessas soluções por 6 h a temperatura ambiente, posteriormente levadas a um banho termostático pelo mesmo período de tempo e a temperatura de 65°C, o sobrenadante foi gelatinizado, seco e triturado para dar sequência as análises físico-químicas. **RESULTADOS:** Para os parâmetros de cinzas e proteínas não houve diferença significativa nos tratamentos. O teor de umidade encontrou-se dentro do preconizado pela literatura, porém apresentando diferença significativa entre os tratamentos. A quantidade de lipídeos foi determinante para a formulação ótima, indicando a utilização de 50% de butanol e 50% de ácido clorídrico no tratamento da pele, o qual já estava previsto no delineamento (tratamento 3). **CONCLUSÃO:** Portanto, a otimização da gelatina foi alcançada, resultando em uma gelatina com 0,26% de lipídeos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tilápia. Extração. Otimização. Coprodutos. Gelatina

### ABSTRACT

**ABSTRACT:** During processing of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), a small part of the product can be marketed as fillet and more than half its weight is converted into co-products such as skin, which has high nutritional quality and can be a source of obtaining gelatine. **PURPOSE:** The objective of the present work was to develop gelatine from Nile tilapia skins submitted to different treatments, aiming to obtain low lipid content and high protein content, having as a variable the composition of the solutions in which the skins were submerged. **METHODS:** The design consisted of permutations between three reagents in the following concentrations: butanol 15%, hydrochloric acid 0,8% and acetic acid 0,8%. The skins were submerged in these solutions for 6 h at room temperature, then brought to a thermostatic bath for the same time and at 65 ° C, the supernatant was gelatinized, dried and ground to give physical-chemical analyzes. **RESULTS:** For ash and protein parameters there was no significant difference in treatments. The moisture content was within the range recommended by the literature, but with a significant difference between treatments. The amount of lipids was determinant for the optimum formulation, indicating the use of 50% butanol and 50% hydrochloric acid in the skin treatment, which was already foreseen in the design (treatment 3). **CONCLUSION:** Gelatin optimization was achieved, resulting in gelatin with 0.26% lipids

**KEYWORDS:** Tilapia. Extraction. Optimization. Coproducts. Gelatine.

**Recebido:** 25 ago. 2018.

**Aprovado:** 12 set. 2018.

#### Direito autoral:

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



## INTRODUÇÃO

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie exótica produzida em todo território nacional. Durante o processo de filetagem da tilápia, apenas 30% de seu peso pode ser aproveitado e o restante é convertido em resíduos orgânicos de alta qualidade nutricional para a obtenção de diferentes subprodutos, alternativas que geram lucros extras para os produtores e reduzem o efeito prejudicial ao meio ambiente. Alguns exemplos de subprodutos são as escamas e peles de peixe, que podem ser usadas como fonte alternativa de extração do colágeno, tradicionalmente obtido de mamíferos terrestres e conseqüentemente a obtenção de gelatina (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006; CHEN et al. 2015; SOUZA FILHO et al 2012).

O processo produtivo de obtenção da gelatina consiste de três etapas: tratamento da matéria-prima, extração da gelatina e purificação/secagem. Gelatinas obtidas por tratamento ácido são designadas do tipo A, enquanto gelatinas do tipo B são as obtidas por tratamento alcalino (KARIM; BHAT, 2008). A desnaturação térmica do colágeno promove a degradação química e física das fibras proteicas insolúveis, envolvendo a ruptura das estruturas de tripla-hélices e transformando a estrutura em uma cadeia proteica simples, que é a gelatina (BATISTA, 2004).

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver uma gelatina com proveniente de peles de tilápia visando obter baixo teor de lipídeos tendo como variável a composição das soluções em que as peles foram submersas.

## MÉTODOS

As peles de tilápia (*Oreochromis niloticus*) foram cedidas pelo Pesqueiro Belini, localizado no município de Peabiru, Paraná. Os reagentes químicos e equipamentos utilizados nas análises de composição centesimal foram disponibilizados pelo Departamento Acadêmico de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Campo Mourão.

Os reagentes utilizados para elaboração da gelatina foram: butanol 15% (C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH), ácido clorídrico (HCl) 0,8% e ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) 0,8%. A proporção dos reagentes utilizados em cada tratamento do delineamento experimental é demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Tratamentos para otimização da gelatina extraída de coproduto de Tilápia do Nilo.

Tratamentos	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	CH <sub>3</sub> COOH	HCl
1	0,000	0,000	1,000
2	0,000	1,000	0,000
3	0,500	0,000	0,500
4	0,500	0,500	1,000
5	0,000	0,500	0,500
6	0,250	0,750	0,000
7	0,250	0,000	0,750
8	0,500	0,250	0,250
9	0,250	0,375	0,375
9.1	0,250	0,375	0,375
9.2	0,250	0,375	0,375

Fonte: Autoria própria

Em balança analítica (Marte AD500), pesou-se 300 g de pele com escamas em um béquer de 2 L. Em seguida, as peles foram submersas em 1 L de suas respectivas misturas propostas na tabela 1 por 6 h. Após esse período, descartou-se a mistura e as peles foram suspensas em peneira de aço inox e lavadas com 2 L de água. Retirou-se o máximo de escamas possíveis durante essa lavagem. Posteriormente, para o processo de extração, 405 mL de água destilada foram adicionados a um béquer de 2 L contendo as peles tratadas e mantido em banho termostático a 65 °C, sob agitação, 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 com o número correspondente a sua composição, cobertos com plástico filme e colocados na geladeira para gelatinização por um período de 12 a 54 h. Posteriormente, as gelatinas foram cortadas, colocadas em formas de silicone e secas em estufa com circulação de ar a 65 °C por 12 a 30 h.

As gelatinas foram pesadas antes e depois da secagem para análise de rendimento. As gelatinas secas foram submetidas às análises de composição centesimal.

A determinação do rendimento foi segundo Alfaro (2008), que consiste na relação entre o peso da gelatina seca e peso da matéria-prima úmida. Todas as análises de composição centesimal se deram em triplicata seguindo as metodologias propostas por Adolfo Lutz (2008).

A umidade das gelatinas foi determinada pelo método gravimétrico, assim como as cinzas. Na determinação da umidade utilizou-se a estufa (CIENLAB-CE-205/81) e para a determinação de cinzas utilizou-se uma mufla (Fornitec Coel) a 550°C, até a obtenção de cinzas levemente acinzentadas ou brancas. O teor de lipídeos das gelatinas secas foi determinado por meio da extração no aparelho extrator tipo Soxhlet (Marconi MA 044/5/50) durante o período de 8 h a 90°C. Para a análise de proteínas, o método utilizado foi o de micro-Kjeldahl com modificações na solução de NaOH utilizada devido à capacidade do destilador de nitrogênio (Tecnal TE-0363) disponível.

O modelo utilizado foi o cúbico especial e para a determinação das variáveis-resposta foi utilizado o planejamento simplex-centroide ( $2p - 1$ ) com três componentes e duas repetições no ponto central. A análise estatística foi realizada a partir do teste Tukey com intervalo de 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ). Ambas as avaliações foram desenvolvidas no software Statística 10.0 (NETO; BRUNS; SCARMINIO, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para avaliar qual das análises exercem influência na otimização da gelatina examina-se inicialmente o parâmetro denominado valor p, que deve ser menor ou igual a 5% e, por conseguinte, a falta de ajuste, que deve ser maior ou igual a 5%. No parâmetro em que os dois critérios forem atingidos, pode-se dizer que este influencia na otimização, como no caso dos parâmetros de umidade, lipídeos e cinzas conforme mostrado na tabela 2. A tabela 3 mostra os resultados obtidos da composição centesimal das gelatinas e respectivos desvios padrões.

Os rendimentos das gelatinas dos tratamentos propostos estão na faixa de 11,67 a 15%. Segundo Jamilah e Harvinder (2002) gelatinas provenientes de pescado geralmente apresentam rendimento de aproximadamente 6% a 19%, inferior à de mamíferos, que pode chegar a até 40%.

Comercialmente o teor de umidade em gelatinas varia de 9 a 14% (COLE, 2012). Os valores encontrados de umidade neste trabalho apresentaram-se inferiores a este valor de referência, o que pode evitar o desenvolvimento de microrganismos patogênicos, já que a

umidade é diretamente relacionada com a atividade de água. Uma atividade de água de água maior que 0,6 implicaria em um possível desenvolvimento microbiano (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Tabela 2- Modelos estatísticos obtidos para propriedades de mistura x1: butanol, x2: ácido clorídrico, x3: ácido acético para otimização da gelatina extraída de coproduto de Tilápia.

Parâmetros	Equações	R <sup>2</sup>	Valor	Falta de ajuste
Rendimento	$0,065x_1 + 0,062x_2 + 0,077x_3$	0,75	0,2600	0,28
Umidade	$0,075x_1 + 0,047x_2 + 0,063x_3 + 0,071x_1x_2 - 0,056x_1x_3 - 0,038x_2x_3 + 0,433x_1x_2x_3$	0,99	0,0002	0,43
Cinzas	$0,016x_2 + 0,008x_3 + 0,044x_1x_3$	0,91	0,0040	0,40
Proteínas	$1,053x_1 + 0,848x_2 + 0,818x_3$	0,51	0,6700	0,007
Lipídeos	$0,0047x_2 + 0,0045x_3$	0,92	0,0040	0,12

Fonte: Autoria própria

Tabela 3. Médias da composição centesimal e rendimento das gelatinas obtidas por diferentes tratamentos das peles de Tilápia do Nilo

Tratamentos	Umidades	Cinzas	Proteínas	Lipídeos	Rendimento
1	0,047 <sup>ef</sup> ±0,001	0,016 <sup>a</sup> ±0,001	0,847 <sup>a</sup> ±0,016	0,0047 <sup>a</sup> ±0,0001	0,1167
2	0,063 <sup>bc</sup> ±0,001	0,009 <sup>a</sup> ±0,003	0,830 <sup>a</sup> ±0,027	0,0046 <sup>a</sup> ±0,0002	0,1500
3	0,080 <sup>a</sup> ±0,001	0,008 <sup>a</sup> ±0,001	0,842 <sup>a</sup> ±0,012	0,0026 <sup>cd</sup> ±0,0001	0,1167
4	0,054 <sup>de</sup> ±0,001	0,013 <sup>a</sup> ±0,001	0,834 <sup>a</sup> ±0,018	0,0028 <sup>cde</sup> ±0,0001	0,1167
5	0,045 <sup>f</sup> ±0,000	0,015 <sup>a</sup> ±0,005	0,810 <sup>a</sup> ±0,047	0,0046 <sup>a</sup> ±0,0000	0,1167
6	0,057 <sup>cd</sup> ±0,002	0,013 <sup>a</sup> ±0,001	0,768 <sup>a</sup> ±0,028	0,0032 <sup>de</sup> ±0,0004	0,1500
7	0,066 <sup>bh</sup> ±0,003	0,016 <sup>a</sup> ±0,004	0,808 <sup>a</sup> ±0,035	0,0034 <sup>bc</sup> ±0,0000	0,1333
8	0,078 <sup>a</sup> ±0,001	0,008 <sup>a</sup> ±0,001	0,797 <sup>a</sup> ±0,004	0,0023 <sup>c</sup> ±0,0001	0,1167
9	0,071 <sup>gh</sup> ±0,001	0,014 <sup>a</sup> ±0,001	0,849 <sup>a</sup> ±0,001	0,0043 <sup>ab</sup> ±0,0003	0,1333
9.1	0,072 <sup>gh</sup> ±0,001	0,014 <sup>a</sup> ±0,001	0,842 <sup>a</sup> ±0,003	0,0041 <sup>ab</sup> ±0,0000	0,1333
9.2	0,072 <sup>gh</sup> ±0,002	0,014 <sup>a</sup> ±0,000	0,841 <sup>a</sup> ±0,004	0,0042 <sup>ab</sup> ±0,0001	0,1167

Fonte: Autoria própria

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

\*\* Todos os valores da tabela são dados em decimais correspondentes as porcentagens de cada análise.

Trindade (2010) encontrou o valor de 12% de umidade em gelatinas da tilápia do Nilo para desenvolvimento de biofilmes. Já Souza et al. (2004) encontraram 77% de umidade do filé de tilápia do Nilo e 55% quando este filé foi defumado.

Os resultados de umidade apresentaram diferença significativa entre si, mesmo com a tentativa de uma padronização da quantidade de água usada durante a lavagem das peles entre o tratamento e a extração. Os tratamentos com

maiores teores de umidade e que não apresentaram diferença significativa entre si foram o 3 e 8, e os tratamentos com os menores teores de umidade foram 1 e 5.

De acordo com Muyonga, Cole e Duodu (2004), o máximo teor de cinzas recomendado para gelatina é 2,6%. Cho et al. (2004) afirmam que esse conteúdo está relacionado com o teor do cálcio da amostra, fortemente associados as escamas dos peixes.

Os conteúdos de cinzas entre os tratamentos não diferiram entre si e estão dentro do teor máximo recomendado. Este resultado foi obtido provavelmente pela retirada da maior quantidade possível de escamas durante o procedimento de lavagem das peles, as quais segundo Bandeira (2009) apresentam uma elevada quantidade de minerais. Resultados similares foram obtidos, a partir da mesma matéria-prima, como o caso de Bordignon (2010) que encontrou valores de cinzas entre 2,37 e 2,51%, e Monterrey-Quintero e Sobral (1999) que encontraram 1,69% de cinzas em biofilmes feitos com tilápia do Nilo.

Assim como no caso das cinzas, não houve diferença significativa nas porcentagens obtidas de proteína, sendo assim, ambas as análises não são primordiais para a otimização da extração, como reafirma a tabela 3. Os teores encontrados foram altos, de 79,7 a 84,7%, confirmando que a mesma serve para um aumento na qualidade proteica dos alimentos aos quais é adicionada. Ferreira (2013) encontrou teores de 67,5 a 69,9% de proteínas em gelatinas obtidas a partir de pés de frango utilizando pré-tratamentos semelhantes aos utilizados no presente estudo. Alfaro (2008) obteve gelatinas de pele de tilápia com 81,16% de proteínas e Bordignon (2010) com 84,47 e 85,65%.

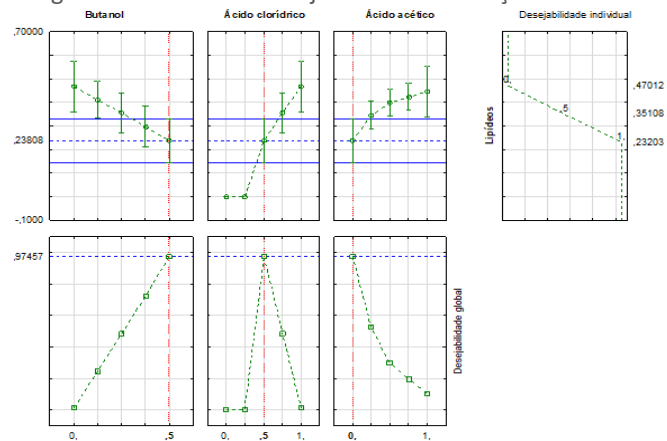
A redução do teor de lipídeos em gelatinas é vantajosa, pois melhora as características estruturais do mesmo e reduz a ocorrência de oxidação lipídica (WOLF, 2007). Para que ocorresse uma diminuição significativa na porcentagem de lipídeos da gelatina, foi utilizado o solvente butanol, previsto por Yan (2015). No presente estudo observou-se que houve diferença significativa com o emprego do butanol nos tratamentos.

Nos gráficos de desejabilidade global e individual vistos na figura 1 é possível observar que o melhor tratamento indicado pelo modelo matemático com significância de 97,45% para a redução do teor de lipídeos seria um tratamento com a presença de 50% de butanol e 50% de ácido clorídrico como o tratamento 3 do presente estudo. Por meio da tabela 3 pode-se observar que o tratamento 3 não se difere significativamente do tratamento 8, o qual apresentou o menor teor de lipídeos quando analisados numericamente (0,23%), e nem do tratamento 4 (0,28%), portanto a utilização da máxima proporção do butanol foi vantajosa, pois nos tratamentos citados foram empregados 50% desse reagente.

Para Kotz et al. (2009), o ácido clorídrico se ioniza completamente em água, o que difere do ácido acético que possui ionização parcial em meio aquoso. Ambos os ácidos não exerceram influência tão significativa como o butanol quanto a redução do teor de lipídeos.



Figura 1. Gráficos de desejabilidade em função do teor de lipídeos.



Fonte: Autoria própria

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Demonstrou-se que, a retirada de escamas é essencial para baixas porcentagens de conteúdos de cinzas. Esta etapa pode ser feita manualmente ou por uma desmineralização das escamas. Para melhor uniformização do conteúdo de umidade, sugere-se o uso da liofilização, mesmo empregando uma quantidade definida de água na lavagem das peles.

Conclui-se que a aplicação de ácido acético para extrações de gelatina não é tão eficaz quanto o ácido clorídrico, pois ácidos inorgânicos são mais fortes que ácidos orgânicos. O emprego do butanol é eficiente e aplicável, pois a redução de gordura é notória e apresentou diferença significativa entre aquelas com e sem aplicação deste solvente, além de não interferir na quantidade de proteínas extraída. A redução do teor de lipídeos é comprovada pelo gráfico de desejabilidade que sugeriu um tratamento de 50% de butanol e 50% de ácido clorídrico, o qual já havia sido empregado (tratamento 3).

### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de 258 Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq - Brasil.

### REFERÊNCIAS

ALFARO, A.T. **Otimização das condições de extração e caracterização da gelatina de pele de tilápia (*Oreochromis urolepis hornorum*)**. 130 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

BANDEIRA, S. F. **Extração e caracterização da gelatina obtida de cabeças de carpa**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande Escola de Química e Alimentos, 2009.

BATISTA, J. A. **Desenvolvimento, Caracterização e Aplicações de Biofilmes a Base de Pectina, Gelatina e Ácidos Graxos em Bananas e Sementes de Brócolos.** 140p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2004.

BORDIGNON, A. C. **Caracterização da pele e da gelatina extraída de peles congeladas e salgadas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).** 114 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, 2010.

CHEN, J.; LI, L.; YI, R.; XU N.; GAO R.; HONG B. **Extraction and characterization of acid-soluble collagen from scales and skin of tilapia (*Oreochromis niloticus*).** Elsevier: The Third Institute of Oceanography of the State Oceanic Administration, Xiamen 361005, China, 2015.

CHO, S. M.; KWAK, K. S.; PARK, D. C.; GU, Y. S.; JI, C. I.; JANG, D. H.; LEE, Y. B.; KIM, S. B. Processing optimization and functional properties of gelatin from shark (*Isurus oxyrinchus*) cartilage. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 573-579, 2004.

COLE, C. G. B. **Gelatine Clarity.** Dr. Bernard Cole's Home Page. 2012. Disponível em: <<http://www.gelatin.co.za/Gelatine%20Clarity..pdf>>. Acesso em 16 de ago. 2018.

DARMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema** 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERREIRA, M. F. **Extração e caracterização de gelatina proveniente de subprodutos do frango: pés.** 2013. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4 ed. São Paulo: IMESP, 2008.

JAMILAH, B.; HARVINDER, K. G. Properties of gelatins from of fish – black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). **Food Chemistry**, v. 77, p. 81-84, 2002.

KARIM, A. A.; BHAT, R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, v.23, n.3, p.563-576, 2008.

KOTZ, J.C; TREICHEL, P; M.; WEAVER, G. C. **Química geral e reações químicas.** Vol. 1. 158p – 163;433-436. 6 ed. São Paulo: CENAGE Learning.– SP, 2009.

MONTERREY-QUINTERO, E. S.; SOBRAL, P. J. A. **Preparo e caracterização de proteínas miofibrilares**. 89 f. Dissertação (mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo. p. 179–189, 1999.

MUYONGA, J. H.; COLE, C.G.B.; DUODU, K.G. Characterization of acid soluble collagen from skins of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). **Food Chemistry**, v. 85, p. 81–89, 2004.

NETO, B. B.; BRUNS, R. E.; SCARMINIO, I. S. **Pesquisa e desenvolvimento na Ciência e na Indústria: Como fazer experimentos**. 4 ed. Editora Bookman. 2010.

SOUZA FILHO, M. de; NUNES, Y. L.; CLAUDINO, R. L.; ROSA, M. de F.; ITO, E. N.; FURTADO, A. A. L.; RODRIGUES, M. do L. L.; MELO, E. F. de. Obtenção e **Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agroindustria-tropical/busca-de-publicacoes/-/publicacao/951849/obtencao-e-caracterizacao-de-gelatina-de-pele-de-tilapia>. Acesso em 16 de ago. 2018.

SOUZA, M. L. R. et al. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: Aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 27–36, 2004.

TRINDADE, F. **Desenvolvimento de biofilmes de gelatina de pele de pescado e aplicação para conservação de frutas**. 13 f. Relatório Final de Atividades (Programa Institucional de Iniciação Científica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão, 2010.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. Instituto de Pesca - 2006. Disponível em: <<http://www.pesca.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 de ago. 2018.

WOLF, K. L. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra e pó de colágeno**. 103 f. Dissertação (mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto – SP, 2007.

YAN, M; QIN, S; LI, J. Study on the self-assembly property of type I collagen prepared from tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin by different extraction methods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 2088–2096, 2015.