

# PRODUÇÃO DE COLÁGENO EM PÓ A PARTIR DA PELE E DO ESPINHAÇO DE TILÁPIA DO NILO

*Fabrício Vieira dos Santos<sup>1</sup>, Melina Franco Coradini<sup>2</sup>, Francisco Carlos Altimari Junior<sup>3</sup>,  
Edson Minoro Yajima<sup>4</sup>, Giuliana Parisi<sup>5</sup>, Maria Luiza Rodrigues de Souza<sup>6</sup>.*

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá- UEM. Bolsista PIBITI/CNPq-UEM. fabricio.zoojr@hotmail.com

<sup>2</sup>Doutoranda em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá –UEM. PPZ-UEM melinacoradini@gmail.com

<sup>3</sup>Mestrando em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. PPZ-UEM f.c.altimari@hotmail.com

<sup>4</sup>Doutor em Engenharia Química, Quality Manager Cia. Cacique de Café Solúvel. EdsonYajima@cacique.com.br

<sup>5</sup>Professora Doutora Giuliana Parisi, Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGR), School of Agriculture of the Florence University. giuliana.parisi@unifi.it

<sup>6</sup>Professora orientadora, Doutora, Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá – UEM. mlrsouzauem@gmail.com

## Resumo

O objetivo do trabalho foi realizar a extração do colágeno em pó, através da técnica de extração em meio ácido, a partir da pele e do resíduo de CMS (espinhaço) de tilápia do Nilo e avaliá-los quanto ao seu rendimento, características físico-químicas e microbiológicas. Foram elaborados três tratamentos, tratamento 1: colágeno obtido a partir da pele, tratamento 2: colágeno obtido do resíduo de CMS sujo, composto pelos espinhaços e nadadeiras e tratamento 3: colágeno obtido do espinhaço do resíduo limpo, composto apenas pelos espinhos do peixe. O rendimento do colágeno em pó extraído a partir da pele da tilápia do Nilo foi superior em relação aos outros, chegando a 17,74%, entretanto, mesmo com um alto rendimento esse tratamento apresentou uma composição química desfavorável, com uma elevada quantidade de gordura, 22,07%. Quanto aos aspectos microbiológicos todos os tratamentos estavam dentro dos padrões e a atividade de água média de todos os colágenos em pó foi de 0,19. A capacidade de absorção de água dos colágenos elaborados utilizando o resíduo do CMS (espinhaço), sujo e limpo, foi de cerca de 10,5 vezes a sua massa. Conclui-se que a pele e o resíduo de CMS (espinhaço) de tilápia do Nilo podem ser utilizados na produção de colágeno em pó, sendo que a pele rende uma maior quantidade de produto final, entretanto com uma pior qualidade quando comparada aos outros resíduos.

**Palavras-chave:** Composição química; Extração ácida; *Oreochromis niloticus*; Rendimento.

## 1 INTRODUÇÃO

No ano de 2015 a produção brasileira de tilápia do Nilo foi estimada em 215.000 toneladas, consolidando o Brasil entre os maiores produtores dessa espécie de peixe. A tilapicultura é uma importante espécie para a aquicultura nacional, pois atualmente é o pescado mais produzido nas pisciculturas do Brasil, sendo importante para a economia de várias regiões (IBGE, 2016).

Durante o beneficiamento da tilápia do Nilo é gerada uma grande quantidade de resíduo, já que somente cerca de 50% da sua biomassa é aproveitada na forma de filés e o restante descartado (PESSATI, 2001). Uma forma de aproveitamento desse resíduo é a produção da carne mecanicamente separada para a elaboração de produtos reestruturados, embutidos e concentrados proteicos (GONÇALVES, 2011; VIDAL et al., 2011). Entretanto, durante a obtenção de CMS o espinhaço não é aproveitado, sendo também, descartado. Já a pele representa de 4,5 a 14% do peso corporal dos peixes, para os teleósteos, e a pele de tilápia do Nilo permanece dentro deste percentual, pois representa em média, 7,5% do peso corporal (SOUZA, 2004; CONTRERAS-GUZMÁN, 1994).

As proteínas do colágeno são encontradas em diversos tecidos conjuntivos presentes ao longo do corpo do animal. O colágeno do tipo I é o mais abundante, sendo encontrado na pele e ossos, ele é denominado também, como colágeno nativo ou tropocolágeno e a partir dele são obtidos o colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina) e o colágeno hidrolisado. Na indústria a gelatina é obtida através da hidrólise ácida ou alcalina

e como resultado dessas duas extrações obtém-se, as gelatinas do tipo A (extrações ácidas) e as gelatinas do tipo B (extrações alcalinas) (PRESTES et al., 2013). A pele e o espinhaço dos peixes também podem ser utilizados para a extração dessas proteínas, que atualmente são utilizadas como uma forma de substituição para agentes sintéticos em diversos processos (ARNESEN & GILDBER, 2007).

Na maioria das vezes a pele do peixe é descartada, entretanto ela pode ser utilizada para a obtenção do couro através do curtimento e para a extração do colágeno do tipo I (SOUZA, 2015). Geralmente o colágeno é obtido a partir da pele de mamíferos (principalmente bovinos e suínos), porém, esses animais apresentam restrições religiosas quanto ao seu consumo para muçulmanos, judeus e hindus, além disso, a pele de peixe, não está relacionada a patologias como a encefalopatia espongiiforme bovina (vaca louca). Diante disso, a produção de gelatina através da pele do peixe é uma alternativa as gelatinas obtidas das peles de outros animais.

Atualmente cerca de 1% das gelatinas produzidas no mundo é proveniente dos peixes, isso ocorre principalmente pela dificuldade na padronização das técnicas de obtenção desse produto, diante disso, é necessário traçar metodologias para melhores resultados (ARNESEN & GILDBER, 2007). E dentre a produção de gelatina obtida a partir de peixe, seria extraído da pele, mas o percentual de resíduos ósseos é bem significativo, sendo interessante verificar técnicas que possa fazer uma melhor extração e analisar os seus rendimentos comparativamente ao que se obtém a partir das peles.

Diante do exposto o objetivo do trabalho será realizar a extração do colágeno em pó, através da técnica de extração em meio ácido, a partir da pele e do espinhaço de tilápia do Nilo e avaliá - los quanto ao seu rendimento, características físico-químicas e microbiológicas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A extração do colágeno foi realizada a partir da pele e do espinhaço do peixe, resíduo esse obtido através da passagem da carcaça, eviscerada e filetada de tilápia do Nilo, na máquina de CMS (Carne Mecanicamente Separada). Havendo assim, três tratamentos, tratamento 1: colágeno obtido a partir da pele, tratamento 2: colágeno obtido do resíduo de CMS sujo, composto pelos espinhaços e nadadeiras e tratamento 2: colágeno obtido do espinhaço do resíduo limpo, composto apenas pelos espinhos do peixe, foram realizadas oito repetições para cada tratamento.

A extração do colágeno se deu pela imersão da pele e dos espinhaços, tanto o sujo, como o limpo, em solução de ácido acético (4,5%) durante 4 horas. Após o pré-tratamento, as amostras (250g) foram lavadas em água destilada, adicionou-se 400ml de água destilada, para então serem submetidas ao cozimento a 65°C durante 6 horas. Finalizada a cocção os resíduos sólidos foram retirados com auxílio de peneiras, posteriormente filtrados em papel filtro, com granulometria de 110mm, e o sobrenadante foi resfriado para a gelificação em geladeira comum a 6°C, durante 12 horas.

Após a gelificação das amostras de gelatina, as mesmas, foram submetidas à secagem em estufa de ar com circulação forçada a 50°C durante 48 horas, até que as amostras secassem completamente. Para a secagem as amostra foram dispostas em bandejas de silicone, para a sua total retirada após a secagem. Por fim as amostras foram moídas em moinho tipo faca obtendo- se o colágeno em pó.

O cálculo do rendimento das extrações foi realizado a partir da relação entre o peso da gelatina seca e o da matéria-prima (resíduo) úmida de acordo com a equação:  $\text{Rendimento} = (\text{Peso da gelatina seca} / \text{Peso do resíduo úmido}) \times 100$ .

As análises foram realizadas no LANA - Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá. Todos os tratamentos de colágeno em pó foram amostrados para a determinação dos teores de umidade, proteína e cinzas as

análises foram realizadas em triplicata seguindo a metodologia da AOAC (2005) e para a extração dos lipídios totais (gordura) se empregou o método Bligh & Dyer (1959).

Foram amostrados 100g de cada tratamento (gelatina), sendo analisados para o número mais provável (NMP) de Coliformes a 35°C e 45°C, contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva em unidade formadora de colônia (UFC)/grama e de *Salmonella* spp, de acordo com APHA (1992). O protocolo microbiológico seguiu os padrões recomendados pela Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), O perfil microbiológico foi determinado da gelatina, e não do colágeno em pó, devido a grande quantidade de amostra que esse tipo de análise demanda.

Para a medição do pH, foi utilizado pHmetro (DM 22, Digimed, São Paulo, Brasil) devidamente calibrado. O eletrodo foi inserido na solução de colágeno a 55°C, nas concentrações de 1,0% e 6,67%, conforme a metodologia descrita por Schriber & Gareis (2007).

A atividade de água das amostras de cada tratamento foi determinada, utilizando-se o aparelho da marca Aw Sprint – Novasina TH-500.

A capacidade de absorção de água foi determinada para os colágenos em pó seguindo o método descrito por Wang et al. (2006). Foram pesados 0,090 g de amostra em um tubo plástico de centrifuga de 14 mL e adicionados 9 mL de água destilada. Agitou-se a amostra por 30 segundos e o conteúdo foi deixado em repouso por 10 min e em seguida, centrifugou-se a amostra a 2.300 rpm por 25 min. Decantou-se e esgotou-se o sobrenadante. O tubo foi colocado inclinado para baixo (ângulo de 15° a 20°) numa estufa a 50°C com circulação de ar por 25 min, após foi quantificado a amostra com a água absorvida.

O delinamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso e os resultados das análises submetidos e uma ANOVA, posteriormente foi realizado um teste de Tukey a 5% de probabilidade nas médias observadas. Para toda a análise estatística utilizou-se o programa. Não foi realizada análise estatística para o perfil microbiológico, essa análise foi apenas para a caracterização dos produtos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento do colágeno em pó apresentou diferença significativa entre os materiais da tilápia do Nilo utilizados para a extração, pois a extração a partir da pele apresentou um rendimento superior, 17,74%, quando comparada com os demais resíduos utilizados, o espinhaço sujo e limpo, os quais apresentaram rendimentos similares de 4,83 e 4,10%, respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1.** Rendimento de colágenos em pó extraídos a partir da pele e do espinhaço de tilápia do Nilo.

Colágeno em pó	Rendimento (%)
Pele	17,74±8,85 <sup>a1</sup>
Resíduo sujo (espinhaço)	4,83±4,06 <sup>b</sup>
Resíduo Limpo (espinhaço)	4,10±4,79 <sup>b</sup>
Valor de p.	0,0000
C.V. <sup>2</sup> (%)	4,21

<sup>1</sup>Médias±desvio padrão seguidas na mesma linha pelo teste de Tukey (p≤ 5); <sup>2</sup>C.V.= Coeficiente de Variação.

A utilização da pele da tilápia do Nilo para a extração de colágeno em pó é uma excelente alternativa para a utilização desse resíduo comumente descartado, já que a mesma apresenta um alto rendimento. No presente trabalho observamos que as peles utilizadas, apresentam um alto rendimento, não só quando comparada com outras

partes do peixe, como o resíduo de CMS (espinhaço) sujo ou limpo, mas também, quando comparada com outros trabalhos que também se utiliza a pele. O rendimento médio encontrado neste estudo foi de 17,74% para o colágeno em pó extraído a partir da pele. Um rendimento menor foi obtido por Jamilah e Harvinder (2002), para gelatinas extraídas de peles de "*Oreochromis placidus*" que foi de 5,39% e para *Oreochromis mossambicus*" que foi de 7,81%, de acordo com os autores, isto pode ter ocorrido devido à perda de colágeno extraído ou pela hidrólise incompleta ao processo de extração.

A gelatina extraída a partir de peles de tilápia do Nilo, normalmente, resulta em maiores rendimentos que as extraídas de outras partes do peixe. Porém, esses valores podem variar em função da composição centesimal das peles, do conteúdo de colágeno presente na pele, além do elevado grau de ligações cruzadas através de ligações covalentes, que causam a redução na solubilidade do colágeno e pode levar a uma menor quantidade de gelatina extraída (FOEGEDING et al., 1996). Podendo variar também, de acordo com o método de extração empregado (MUYONGA et al., 2004).

Contudo, mesmo o tratamento utilizando a pele da tilápia do Nilo ser o que rende mais, em se tratando de extração de colágeno em pó, a utilização do resíduo da carne mecanicamente separada (CMS) é viável para ser utilizado, já que mesmo em quantidades menores, essa parte do peixe apresenta um rendimento considerável, além disso, ao longo do trabalho, pode se observar que o colágeno obtido através desse resíduo possui melhor qualidade, principalmente quando observamos a sua composição química (Tabela 2).

A composição química do colágeno em pó mostra que a utilização de diferentes resíduos da filetagem da tilápia do Nilo para a extração, pode alterar a concentração de alguns nutrientes no produto final, já que as concentrações de gordura e cinzas apresentaram diferenças significativas ( $p \leq 5$ ) entre os tratamentos. Já a quantidade de proteína e a umidade não foram alteradas com as diferentes matérias-primas, obtendo valores médios de 72,00 e 5,79% (Tabela 2).

**Tabela 2.** Composição química de colágenos em pó extraídos a partir da pele e do espinhaço de tilápia do Nilo.

Colágeno em pó	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)
Pele	5,77±0,02	68,69±3,31	22,07±4,60 <sup>a1</sup>	3,45±1,43 <sup>b</sup>
Resíduo sujo (espinhaço)	5,29±0,50	75,31±3,34	14,47±3,00 <sup>b</sup>	5,81±0,93 <sup>a</sup>
Resíduo Limpo (espinhaço)	6,32±0,53	72,03±0,03	15,85±1,64 <sup>b</sup>	5,36±0,48 <sup>a</sup>
Valor de p.	0,0614	0,0815	19,59	0,0136
C.V. <sup>2</sup> (%)	3,12	4,02	0,0424	14,37

<sup>1</sup>Médias±desvio padrão seguidas na mesma linha pelo teste de Tukey ( $p \leq 5$ ); <sup>2</sup>C.V.= Coeficiente de Variação.

Os colágenos em pó apresentaram uma umidade média de 5,79%. Songchotikunpan et al. (2007) obteve teor de 7,3% de umidade em gelatina de peles de tilápia do Nilo e Binsi et al. (2003), 4,2% de umidade para a gelatina extraídas de peles de "*bigeye snapper*". Estas diferenças estão relacionadas às diferentes características físico-químicas das gelatinas produzidas e principalmente do tempo de secagem das mesmas. Os colágenos em pó, obtidos no presente trabalho, estão menos sujeitos a atividade de microorganismos, devido à baixa umidade, entretanto, com os altos teores de gordura apresentados a uma propensão a ranxidez oxidativa desse tipo de produto (Tabela 2).

De modo geral os colágenos, independente tipo de resíduo utilizado, apresentaram uma grande quantidade de gordura, uma média de 17,47%. Quando esse produto é comparado com gelatinas em pó extraídas das peles de outras espécies

animais, como o suíno esse valor se mostra ainda maior, já que Rojas & Gozzo (2017), ao realizarem a extração ácida utilizando ácido acético e posterior cozimento, semelhante ao realizado por esse estudo, observaram um teor médio de 2,45%. Portanto, é necessário o aperfeiçoamento da técnica de extração, principalmente no momento da filtragem e retirada dos sólidos em suspensão, para assim, diminuir esse teor de gordura, que não caracteriza o colágeno em pó.

Todavia, o colágeno extraído de peles dos peitos de frangos de corte por Almeida (2004), apresentou o valor de 14,46% para lipídios, valor próximo aos 14,47% encontrado para o colágeno em pó extraído do resíduo de CMS (espinhaço) sujo. Porém, outras partes do frango como os pés, apresentam valores inferiores para o percentual de gordura, em se tratando de extração de colágeno. Almeida (2012) teve o percentual de lipídeos de 6,91%.

Mesmo não havendo diferenças significativas nos teores de proteína, encontrados nos colágenos em pó, extraídos a partir das diferentes matérias-primas, podemos observar que numericamente, esse nutriente apresentou valores maiores para os tratamentos 2 e 3 (resíduos do CMS, sujo e limpo). Provavelmente o alto teor de gordura relacionado a extração a partir da pele, fez com que o teor de proteína diminuísse. Quando se estuda a extração de gelatinas e colágeno é importante à mensuração do teor proteico, já que a colágeno denomina uma família de pelo menos 27 isoformas de proteínas (DAMORADAN et al., 2010).

Os colágenos extraídos dos resíduos de CMS da tilápia do Nilo apresentaram-se dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos, estando assim, aptos para o consumo, inclusos ou não em produtos alimentícios (Tabela 3).

**Tabela 3.** Microbiologia de colágenos em pó extraídos a partir da pele e do espinhaço de tilápia do Nilo.

Colágeno em pó		Número mais provável de Coliformes fecais a 35°C (NMP <sup>1</sup> /g)	Número mais provável de Coliformes fecais a 45°C (NMP <sup>1</sup> /g)	Contagem de <i>Estafilococos coagulase</i> positiva (UFC <sup>2</sup> /g)	Pesquisa de <i>Salmonella Spp</i> em 25g
Pele		<3	<3	1 x 10 <sup>2</sup>	Ausente
Resíduo (espinhaço)	sujo	<3	<3	1 x 10 <sup>2</sup>	Ausente
Resíduo (espinhaço)	limpo	<3	<3	1 x 10 <sup>2</sup>	Ausente

<sup>1</sup>NMP= Número Mais Provável; <sup>2</sup>UFC= Unidade Formadora de Colônia.

O perfil microbiológico mostra uma adequada qualidade higiênico-sanitária, tanto das matérias primas utilizadas, quanto das boas práticas de manipulação dos materiais e utensílios durante a elaboração dos colágenos em pós, além da matéria-prima, pois quando a mesma, já vem do frigorífico contaminada é particularmente impossível a descontaminação.

Em relação ao pH houve diferenças significativas entre os tratamentos, o colágeno em pós extraído da pele e do resíduo sujo do CMS (espinhaço), apresentaram pHs mais ácidos, 4,53 e 4,57, respectivamente, e o colágeno extraído do resíduo limpo do CMS (espinhaço), apresentou um pH maior, 4,67. Já em relação a atividade de água encontrada nos colágenos em pó, não houve diferenças entre elas (Tabela 4), resultado esse, similar ao encontrado para a concentração de umidade nos diferentes tratamentos (Tabela 3).

**Tabela 4.** pH e atividade de água (aw) de colágenos em pó extraídos a partir da pele e do espinhaço de tilápia do Nilo.

Colágeno em pó	pH	Atividade de água (aw)
Pele	4,53±0,06 <sup>b1</sup>	0,20±0,01
Resíduo sujo (espinhaço)	4,57±0,02 <sup>b</sup>	0,19±0,03
Resíduo Limpo (espinhaço)	4,67±0,08 <sup>a</sup>	0,20±0,01
Valor de p.	0,0004	0,9190
C.V. <sup>2</sup> (%)	4,45	7,37

<sup>1</sup>Médias±desvio padrão seguidas na mesma linha pelo teste de Tukey (p≤ 5); <sup>2</sup>C.V.= Coeficiente de Variação.

Produtos com valores de pH mais próximos da neutralidade apresentam maiores riscos de contaminação, principalmente se a Aw for elevada, podendo também apresentar desenvolvimento de fungos. A atividade de água encontrada nesse trabalho é considerada baixa, pois de acordo com Nunes et al. (2013) deve-se sempre ficar atento ao tipo de armazenagem dos produtos de origem do pescado, pois mesmo a baixa Aw não impede o desenvolvimento microbiano.

Os resultados obtidos para a capacidade de absorção de água (CAA) pode ser observado na Tabela 5. Os resultados revelaram como era esperado, diferença significativa entre os tratamentos (p ≤ 5). Os colágenos obtidos dos resíduos de CMS (espinhaço), sujo e limpo, apresentaram uma maior capacidade de absorção de água, cerca de 10,5 vezes a sua massa e o colágeno extraído da pele da tilápia do Nilo apresentou uma capacidade de absorção de água cerca de 8,6 vezes a sua massa (Tabela 5).

**Tabela 5.** Capacidade de absorção de água de colágenos em pó extraídos a partir da pele e do espinhaço de tilápia do Nilo.

Colágeno em pó	Capacidade de absorção de água (CAA)
Pele	866,00±118,33 <sup>b1</sup>
Resíduo sujo (espinhaço)	1036,33±52,00 <sup>a</sup>
Resíduo Limpo (espinhaço)	1050,67±66,34 <sup>a</sup>
Valor de p.	0,0442
C.V. <sup>2</sup> (%)	8,53

<sup>1</sup>Médias±desvio padrão seguidas na mesma linha pelo teste de Tukey (p≤ 5); <sup>2</sup>C.V.= Coeficiente de Variação.

Alves & Prudêncio-Ferreira (2002) encontraram absorção de 4 vezes para colágeno obtido de pés de frango. As diferentes capacidades de absorção de água (CAA) dos colágenos ocorrem devido a alteração na sua matriz proteica, modificando a capacidade dos mesmos, em formar pontes de hidrogênio com a água. Isso acontece por causa de diversos fatores, entretanto, todos eles estão ligados com a metodologia de extração utilizada, pois há variações de temperatura, tempo e pH nos processos para a sua obtenção (PRESTES et al., 2013).

#### 4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a pele e o resíduo de CMS (espinhaço) de tilápia do Nilo podem ser utilizados na produção de colágeno em pó, sendo que a pele rende uma maior quantidade de produto final, entretanto com uma pior qualidade quando comparada aos outros resíduos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. V. P. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de patê cremoso de frango adicionado de material colagenoso, extraído da pele de frango. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.
- ALMEIDA, P. F. Análise da qualidade de gelatina obtida de tarsos de frango e aspectos envolvidos no processo produtivo. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Nove de Julho. São Paulo, 2012.
- ALVES, S.G.T.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S.H. Propriedades funcionais de material colagenoso de pés de frango. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v.52, n.3, 2002.
- ARNESEN, J.A; GILDBER, A. Extraction and characterisation of gelatine from atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. *Bioresurse Technology*, 98:53, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS [AOAC]. Official methods of analysis of AOAC International. 19 ed. Washington, DC. 2005.
- Binsi PK, Shamasundar BA, Dileep AO, Badii F, Howell NK. Rheological and functional properties of gelatin from the skin of bigeye snapper (*Priacanthus hamrur*) fish: Influence of gelatin on the gel-forming ability of fish mince. *Food Hydrocolloids*; (23):132-145p., 2007.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry*, Ottawa, v. 37, p. 911, 1959.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (Resolução 02/01/2001). Padrão Microbiológico para Alimentos, 2001.
- CONTRERAS-GUZMÁN, E.S. Bioquímica de pescados e derivados. Jaboticabal:1994.
- DAMORADAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O.R. Química de Alimentos de Fennema, Porto Alegre: Artmed, 900p., 2010.
- Foegeding E, Lanier TC, Hultin HO. Characteristics of edible muscle tissue. In O. R. Fennema (Ed.), *Food chemistry*. 879–942p., 1996.
- GONÇALVES, A.A. Tecnologia do pescado: Ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo, p. 246-262, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Produção da pecuária municipal, 2016.
- Jamilah B, Harvinder KG. Properties of gelatins from skins of fish—black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). *Food Chem.* (77): 81–84, 2002.
- Muyonga JH, Cole CGB, Duodu KG. Extraction and physicochemical characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. *Food Hydrocolloids*, (18): 581–592p., 2004.

NUNES, E. S. C. L.; BITTENCOURT, R. H. F. P. M.; SILVA, M. C., MÁRSICO, E. T.; FRANCO, R. M.; Avaliação da qualidade do camarão salgado seco (aviú) e da farinha de peixe (piracuí) comercializados em mercados varejistas da cidade de Belém, Pará. Revista Instituto Adolfo Lutz, v. 7, n. 2, p. 147-54, 2013.

PESSATI, M.L. Aproveitamento dos subprodutos do pescado. Relatório Final de Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aquicultura no Sul do Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n.3. 2001.

PRESTES, R. C. et al. Caracterização da fibra de colágeno, gelatina e colágeno hidrolisado. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. v.15, n.4. Campina Grande, 2013.

ROJAS, V. M.; GOZZO, A. M. Extração e caracterização de gelatina de subprodutos suínos. Brazilian Journal of Food Research, Campo Mourão, v. 8, n. 2, p. 98-115, abr./jun. 2017.

SAS. Institute (Cary, USA). SAS/STAT User's guide, version 6. 4.ed., Cary. v.1. 943p, 2000.

Songchotikunpan P, Tattiyakul J, Supaphol P. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. International Journal of Biological Macromolecules. (42): 247–255p., 2007.

SOUZA, M. L. R.; MACEDO VIEGAS, E M; KRONKA, S. N.; GASPARINO, E.; PONTARA, L. M.; DEL VESCO, A. P. Qualidade de resistência do couro de tilápia do Nilo em função da técnica de curtimento. Acta Tecnológica, v. 10, p. 24-31, 2015.

VIDAL, J. M. A.; RODRIGUES, M. C. P.; ZAPATA, J. F.; VIEIRA, J. M. M. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. Rev. Ciênc. Agron., v. 42, n. 1, p. 92-99, 2011.

WANG, S.H.; ROCHA, G. O.; NASCIMENTO, T.; ASCHERI, J.L.R. Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo e soja. Ciência e Tecnologia em Alimentos, v. 26, n.2, p.475-481, 2006.