

**Obtenção de Gelatina a partir de Escama de Tilápia (*Oreochromis niloticus*):
Características Químicas e Físico-químicas**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 108

Obtenção de Gelatina a partir de Escama de Tilápia (*Oreochromis niloticus*): Características Químicas e Físico-químicas

Maria Emanuella de Oliveira Martins

Rayanne Leitão Claudino

João Paulo Saraiva Morais

Ana Ribeiro Cassales

Lilian Chayn Alexandre

Bartolomeu Warlene Silva de Souza

Lyndervan Oliveira de Alcântara

Juliana Rabelo de Sousa

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Embrapa Agroindústria Tropical

Fortaleza, CE

2015

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Gustavo Adolfo Saavedra Pinto*

Secretária-executiva: *Celli Rodrigues Muniz*

Membros: *Janice Ribeiro Lima, Marlos Alves Bezerra, Luiz Augusto
Lopes Serrano, Marlon Vagner Valentim Martins,
Guilherme Julião Zocolo, Rita de Cássia Costa Cid,
Eliana Sousa Ximendes*

Supervisão editorial: *Marcos Antônio Nakayama*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização: *Rita de Cássia Costa Cid*

Foto da capa: *Maria Emanuella de Oliveira Martins*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

On-line (2015)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Obtenção de gelatina a partir de escama de tilápia (*Oreochromis niloticus*): características químicas e físico-químicas / Maria Emanuella de Oliveira Martins... [et al.] – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015.

23 p. : il. ; 14,8 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 108).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Aquicultura. 2. *Oreochromis niloticus*. 3. Hidrólise. 4. Extração. 5. Proteína. 6. Polímeros naturais. I. Martins, M. E. de O. II. Claudino, R. L. III. Moraes, J. P. S. IV. Cassales, A. R. V. Alexandre, L. C. VI. Souza, B. W. S. de. VII. Alcântara, L. O. de. VIII. Sousa, J. R. de. IX. Souza Filho, M. de S. M. de. X. Série.

CDD 639.3

© Embrapa 2015

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	14
Conclusão	19
Referências	20

Obtenção de Gelatina a partir de Escama de Tilápia (*Oreochromis niloticus*): Características Químicas e Físico-químicas

*Maria Emanuella de Oliveira Martins*¹

*Rayanne Leitão Claudino*²

*João Paulo Saraiva Morais*³

*Ana Ribeiro Cassales*⁴

*Lilian Chayn Alexandre*⁵

*Bartolomeu Warlene Silva de Souza*⁶

*Lyndervan Oliveira de Alcântara*⁷

*Juliana Rabelo de Sousa*⁸

*Men de Sá Moreira de Souza Filho*⁹

Resumo

Com o crescimento da aquicultura continental no Brasil, aumenta também a quantidade de resíduos gerados pelo setor de beneficiamento do pescado. A partir desses resíduos, podem ser obtidos compostos químicos que devem ser valorizados devido à sua ampla aplicabilidade. É o caso do colágeno, fonte de obtenção de gelatina a partir da sua desnaturação. No presente trabalho, é descrito o processo de extração

¹ Engenheira de pesca, mestranda em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, mariaemanuellamartins@gmail.com

² Engenheira de pesca, mestranda em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, rayanneclaudino@yahoo.com.br

³ Farmacêutico, mestre em Bioquímica, pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, joao.morais@embrapa.br

⁴ Química industrial, mestra em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, analista da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, ana.cassales@embrapa.br

⁵ Engenheira química, técnica da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, lilian.alexandre@embrapa.br

⁶ Engenheiro de pesca, doutor em Engenharia Química e Biológica na área de Tecnologia de Alimentos, professor do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, souzabw@gmail.com

⁷ Tecnólogo em Processos Químicos, mestre em Biotecnologia de Recursos Naturais, Fortaleza, CE, lyndervan@hotmail.com

⁸ Engenheira química, doutora em Engenharia Química, pós-doutoranda pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, julianarabelo09@gmail.com

⁹ Engenheiro químico, doutor em Engenharia de Produção, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, men.souza@embrapa.br

de gelatina da escama de tilápia (*Oreochromis niloticus*). As escamas passaram pelo processo de desmineralização em NaCl 10% (m/v) e HCl 0,4 mol/L. Em seguida, foram feitos três tratamentos, o primeiro com ácido acético 0,1 M, depois com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M e finalizando com ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,1 M. A última etapa é da extração efetiva da gelatina, em que as escamas pré-tratadas foram adicionadas de água destilada a 55 °C sob agitação. Ao final, o resíduo líquido (gelatina) foi liofilizado e triturado em moinho analítico. A gelatina em pó foi utilizada para as análises de caracterização (força de gel, cor, pH, atividade de água (Aw), composição centesimal, determinação de minerais e rendimento (%)). O rendimento da gelatina em base seca foi de aproximadamente 10%, apresentando alta força de gel (233,4905 g), boa luminosidade, baixa Aw (0,17), alto teor de proteína, baixo teor de umidade e de cinzas, sendo o cálcio o mineral predominante. O produto obtido apresenta boas características a exemplo de uma elevada força de gel, conferindo potencial tecnológico para sua aplicação.

Termos para indexação: Proteína, extração, hidrólise, aquicultura.

Gelatin Obtainment from Tilapia Scale (*Oreochromis niloticus*): Physical and Chemical Characteristics

Abstract

*As the continental aquaculture increases in Brazil, the amount of wastes produced during fish processing also increases. Chemical compounds with wide applicability may be obtained from these residues, such as collagen, which can be converted to gelatin by denaturation. This study is focused on the process of gelatin extraction from tilapia (*Oreochromis niloticus*) scales. The scales were demineralized in NaCl 10% (w/v) and HCl 0.4 mol/L, followed by a three-step extraction procedure: acetic acid 0.1 mol/L, sodium hydroxyde (NaOH) 0.1 mol/L, and sulfuric acid (H_2SO_4) 0.1 mol/L. The scales were stirred in distilled water at 55 °C and the liquid material (extracted gelatin) was freeze-dried and ground with an analytical mill. The gelatin powder was characterized in terms of gel strength, color, pH, water activity (A_w), centesimal composition, mineral determination, yield (%). The extracted gelatin presents a high gel strength (233.4905 g), high color lightness, low A_w (0.17), high protein, low moisture and ash contents (the main mineral being calcium). The extraction yield was about 10%. The obtained product presents good characteristics like high gel strength, with technological potential for its application.*

Index terms: Protein, extraction, hydrolysis, aquaculture.

Introdução

Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (2011), a produção mundial de pescado (pesca extrativa e aquicultura) atingiu aproximadamente 168 milhões de toneladas em 2010. Os maiores produtores foram a China (63,5 milhões de toneladas), a Indonésia (11,7 milhões de toneladas), a Índia (9,3 milhões de toneladas) e o Japão (5,2 milhões de toneladas). O Brasil contribuiu com 0,75% (1.264.765 t) da produção mundial de pescado em 2010, ocupando o 19º lugar. Já na produção aquícola de 2010, a China continua como o maior produtor (47,8 milhões de toneladas), e o Brasil ocupa a 17ª posição no ranking mundial, com 479.399 t em 2010. Em relação aos países da América do Sul, apenas o Chile produziu mais que o Brasil, com 713.241 t.

A produção de pescado nacional para o ano de 2011 foi de 1.431.974,4 t. A pesca extrativa marinha continuou sendo a principal fonte de produção de pescado nacional, sendo responsável por 553.670,0 t (38,7% do total de pescado), seguida pela aquicultura continental (544.490,0 t; 38,0%), pesca extrativa continental (249.600,2 t; 17,4%) e aquicultura marinha (84.214,3 t; 6%).

Em 2011, a região Nordeste continuou registrando a maior produção de pescado do País, com 454.216,9 t, respondendo por 31,7% da produção nacional. A produção aquícola nacional de origem continental aumentou de forma significativa de 2010 para 2011, com um incremento de aproximadamente 38%, demonstrando um crescimento consistente desse setor da aquicultura. O Estado do Ceará destaca-se como o maior produtor, seguido do Maranhão, Bahia e Piauí. A tilápia e o tambaqui foram as espécies mais cultivadas, as quais somadas representaram 67,0% da produção nacional de pescado no setor. A produção nacional de tilápia foi de 253.824,1 t (BRASIL, 2011).

O Brasil é um dos países com maior potencial para a piscicultura, principalmente a dulcícola. Nesse contexto, destaca-se o cultivo da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), que é a espécie mais cultivada

no País, assim como em diversas partes do mundo (DERIGGI et al., 2006). É a espécie mais recomendada para a piscicultura em virtude de adaptar-se facilmente às práticas de manejo alimentar e também por tolerar altas densidades de estocagem (MARENGONI, 2006).

A tilápia-do-nylo pertence à família dos ciclídeos e é originária da bacia do Rio Nilo, no leste da África. Encontra-se amplamente disseminada nas regiões tropicais e subtropicais, como Israel, sudeste asiático (Indonésia, Filipinas e Formosa) e continente americano (EUA, México, Panamá e toda a América do Sul) (CARVALHO, 2006).

A primeira espécie de tilápia introduzida no Brasil foi a tilápia-do-congo (*Tilapia rendalli*) no Estado de São Paulo, em 1953. Na região Nordeste, em 1971, foram introduzidas a tilápia-do-nylo e a tilápia-de-zanzibar (*Oreochromis urolepis hornorum*) (LOVSHIN, 2000) por intermédio do Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS), difundindo-se para todo o País (CASTAGNOLLI, 1996).

A tilápia-do-nylo, espécie de pescado de maior volume de produção no Brasil, destaca-se em cultivos, por apresentar crescimento rápido e rusticidade (FITZSIMMONS, 2009). Possui grande capacidade de adaptação, elevada resistência a doenças, rápido atingimento do peso comercial, além de alta qualidade de sua carne e elevada aceitação no mercado consumidor (SOUZA, 2001).

As escamas da tilápia são cicloides, normalmente finas, subcirculares e com a margem lisa. Quimicamente, as escamas de peixes são constituídas de duas regiões: uma fase inorgânica, composta principalmente por apatita, e uma fase orgânica, composta principalmente por colágeno. São estruturas ósseas ou de queratina formadas sobre a pele de muitos animais como órgãos de proteção (IKOMA et al., 2003).

As indústrias de beneficiamento de pescado geram grandes quantidades de resíduos, devido, principalmente, à falta de reconhecimento desse recurso como matéria-prima e fonte para outros produtos. Esses

resíduos geralmente acabam se tornando um sério problema ambiental, podendo gerar potenciais fontes poluidoras de recursos hídricos, do solo e do ar (PESSATTI, 2001). No Brasil, ainda é pequeno o aproveitamento de resíduos de pescado.

O beneficiamento de peixe tem como principal objetivo a obtenção de filés, sendo esta muitas vezes a única forma de processamento realizada pelas indústrias. No caso da tilápia, o filé é o principal produto para comercialização, e os seus resíduos representam de 62,5% a 66,5% da matéria-prima descartada, tornando fundamental o processamento desses resíduos para redução do impacto ambiental (BOSCOLO et al., 2001). O rendimento em filé da tilápia é baixo (30% a 33%) e, conseqüentemente, gera uma grande quantidade de resíduos (OETTERER, 2002), como cabeça, vísceras, nadadeiras, cauda, coluna vertebral, barbatana, pele, escamas e restos de carne, que podem chegar a representar 50% da matéria-prima utilizada, variando conforme a espécie e o tipo de processamento (PESSATTI, 2001).

Para o sucesso de toda a cadeia produtiva, é de fundamental importância a industrialização eficiente desse produto, com promoção de alternativas para um melhor aproveitamento dos resíduos (BOSCOLO; FEIDEN, 2007). Eles podem formar vários outros subprodutos, como ração animal, óleo e farinha de peixe e produtos obtidos a partir da carne mecanicamente separada (CMS). Outra forma de aproveitar esse resíduo é a produção de gelatina a partir da pele e escama do peixe utilizando a desnaturação do colágeno, proteína presente no resíduo.

O colágeno é a principal proteína do tecido conjuntivo, sendo a proteína mais abundante em mamíferos, aves e peixes. A molécula de colágeno é uma escleroproteína, encontrada exclusivamente em animais, na construção de tecido conectivo, tendões, matriz óssea e fibras musculares. As escleroproteínas são tipicamente insolúveis em água e possuem tendência a formar agregados, por possuírem grupos hidrofóbicos na sua superfície, sendo mais resistentes à desnaturação. Essa proteína é constituída por uma cadeia de polipeptídeos de cadeia α ,

com rotação no sentido horário e se enovelando para formar uma tripla hélice. A cadeia de polipeptídeos contém grandes quantidades de glicina, prolina, hidroxiprolina, e baixo teor de aminoácidos aromáticos. A hélice tripla é estabilizada por ligações de hidrogênio entre cadeias. A superposição de várias triplas hélices produz as fibras de colágeno, que são estabilizadas por meio de ligações cruzadas e formam uma estrutura de rede tridimensional. A molécula do colágeno é uma estrutura com peso molecular de 300 kDa, composta de três cadeias polipeptídicas, designadas cadeias α de tamanho igual, as quais apresentam peso molecular aproximado de 100 kDa, enroladas em torno de um eixo comum. Essas cadeias formam uma estrutura de tripla hélice estabilizada por ligações de hidrogênio (ALFARO, 2008), responsável pela insolubilidade do colágeno que, por meio de uma hidrólise parcial bastante forte, é transformado em colágeno solúvel, resultando a gelatina ou colágeno hidrolisado.

A gelatina é uma proteína sem triptofano, pobre em tirosina, cistina e metionina, sendo obtida industrialmente a partir da hidrólise controlada da estrutura organizada do colágeno de ossos, cartilagens e peles de animais (MONTERO; GÓMEZ-GUILLÉN, 2000). É amplamente utilizada em alimentos, produtos farmacêuticos, cosméticos e outros.

Na indústria de alimentos, a gelatina é usada como um ingrediente para aumentar a elasticidade, consistência e estabilidade de produtos alimentícios (CHOI; REGENSTEIN, 2000). Também contribui para enriquecer o conteúdo de proteína dos alimentos e pode funcionar como um filme externo para a proteção contra desidratação, luz e oxigênio (MONTERO; GÓMEZ-GUILLÉN, 2000).

Atualmente, a principal fonte de produção de colágeno para as indústrias é, sobretudo, a pele de bovinos e suínos. Contudo, há um crescente interesse por parte de vários países no uso de novas fontes para a produção desse material em função de problemas como a encefalopatia espongiforme bovina. Por esse motivo, o colágeno de peixe tem sido bastante utilizado como matéria-prima industrial (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2002).

As propriedades funcionais das gelatinas são dependentes das suas propriedades físico-químicas e estruturais, que serão determinantes para definir sua aplicabilidade. Parâmetros como força de gel e viscosidade estão entre as principais características que determinam seu valor comercial (CHO et al., 2004). Além disso, dependendo da aplicação, a estabilidade térmica torna-se essencial para definir o uso da gelatina.

O objetivo deste trabalho foi extrair e caracterizar gelatina a partir de escamas de tilápia-do-nylo como forma de aproveitar resíduos de pescado e obter um material alternativo de base renovável.

Material e Métodos

As escamas de tilápia foram adquiridas em uma empresa de beneficiamento de pescado localizada no Município de Fortaleza, CE, e levadas para o Laboratório de Tecnologia da Biomassa da Embrapa Agroindústria Tropical, onde foi realizada a pesquisa.

Pré-tratamento das Escamas

Em laboratório, as escamas foram lavadas em água corrente para tirar o excesso de resíduos (carne, nadadeiras e outros fragmentos). Em seguida, foram secas em estufa ACB-LABOR, a 35 ± 5 °C por aproximadamente 24 horas e armazenadas em temperatura ambiente (≈ 25 °C) até o processo de extração.

Desmineralização

Pesaram-se 100 g de escamas secas e adicionou-se uma solução de cloreto de sódio (NaCl) 10% (m/v) na proporção 1:10 (m/v), ficando a mistura em repouso por 24 horas. Em seguida, foi feita lavagem com água destilada, e as escamas foram imersas em ácido clorídrico (HCl) 0,4 mol/L na proporção 1:10 (m/v), deixando o material em repouso, durante 90 min. A solução foi neutralizada para descarte; as escamas foram lavadas com água destilada até a retirada do excesso da solução e secas em estufa a ≈ 40 °C por 24 horas ou até ficarem completamente secas, sendo então pesadas e trituradas em moinho de facas analítico (ZHANG et al., 2011).

Hidrólises Ácida e Alcalina

O processo de hidrólise consistiu na aplicação sequencial de ácido-alcalino-ácido à temperatura ambiente, sem agitação, com a neutralização das soluções usadas antes do descarte e lavagem das escamas tratadas com água destilada para retirada do excesso da solução usada. As escamas desmineralizadas foram imersas em ácido acético 0,1 mol/L na proporção 1:10 (m/v) durante 1 hora. Logo depois, foi aplicado o tratamento alcalino com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L na proporção de 1:3 (m/v) durante 1 hora, seguido de novo tratamento com ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,1 mol/L na proporção de 1:3 (m/v) durante 1 hora.

Extração de Gelatina

As escamas desmineralizadas e hidrolisadas foram imersas em água destilada, na proporção de 1:4 (m/v) durante 1 hora a 55 °C sob agitação. O resíduo sólido (escamas) foi pesado e descartado, e o resíduo líquido (gelatina) foi medido e armazenado. Em seguida, a mistura foi liofilizada, obtendo-se a gelatina, que foi triturada em moinho analítico (Figura 1).

Caracterização da Gelatina

O rendimento da extração foi calculado a partir do peso seco da gelatina obtida ao final do processo e o peso seco do resíduo com base na seguinte equação (ALFARO, 2008):

$$R (\%) = m(\text{gelatina}) \times 100 / m(\text{escamas})$$

em que:

- $R (\%)$ representa o rendimento da extração.
- $m(\text{gelatina})$ representa a massa obtida de gelatina em pó, ao final do processo.
- $m(\text{escamas})$ representa a massa seca de escamas no início do processo.

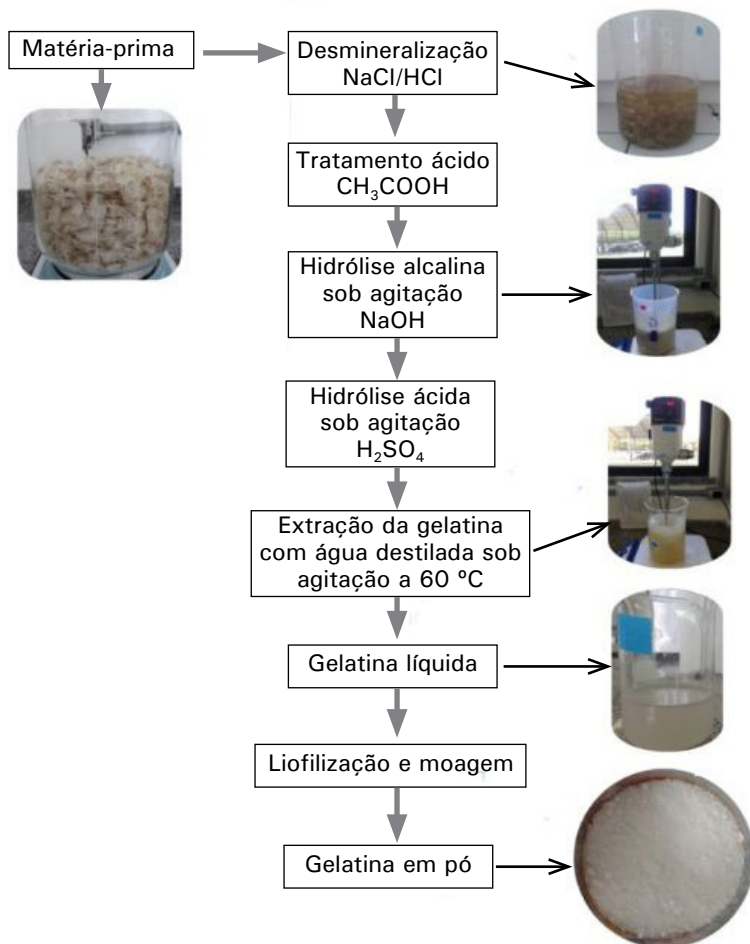


Figura 1. Fluxograma simplificado do procedimento de extração de gelatina.

A cor da gelatina em pó foi determinada com um colorímetro digital, Minolta CR-200 utilizando-se a escala L^* , a^* , b^* do sistema CIELab, no qual L^* varia de preto a branco (0 a 100), a^* varia do verde ao vermelho (-60 a +60) e b^* varia de azul a amarelo (-60 a +60).

A atividade de água (A_w) foi determinada a partir da amostra de gelatina em pó, no equipamento CX-AQUALAB (Decagon).

O pH foi determinado em potenciômetro Gehaka PG-1800 com eletrodo de vidro de uma solução 6,67% (m/v) de gelatina a 25 °C.

A análise de força de gel foi realizada com um texturômetro, STABLE MICRO SYSTEMS/ TA-XT2i medindo-se a força equivalente à massa necessária em gramas para um cilindro de 12,70 mm de diâmetro penetrar a uma profundidade de 4 mm em um gel de gelatina de 6,67% (m/m) de concentração, mantida durante 24 horas a aproximadamente 10 °C (STANDARD METHODS FOR THE TESTING OF EDIBLE, 2013).

A composição química foi determinada na Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (Nutec), de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Na análise química elementar, foram determinados espectrofotometria de absorção atômica em equipamento Perkin Elmer Analyst 400, os elementos N, Ca, P, K, Cu, S, Fe, Mg, Mn e Zn, conforme descrito por Miyazawa et al. (2009).

Resultados e Discussão

Rendimento de Extração

O rendimento de extração foi de aproximadamente 10% em base seca. Jamilah e Harvinder (2002) e Bordigon (2010) apresentam valores de rendimento de 5,39% e 18%, respectivamente, para gelatina extraída de pele de tilápia em 12 horas de extração. A presente metodologia apresentou um menor tempo de extração, então um rendimento em torno de 10% pode ser considerado adequado.

Cor

A gelatina em pó apresentou os seguintes valores colorimétricos: $L = 91,31$, $a = -0,24$ e $b = 2,66$. A partir disso, observa-se que a gelatina em pó (Figura 2) apresenta boa luminosidade, pois o valor de L foi próximo ao branco (100), e ligeiramente amarelada (b positivo).

Segundo Alfaro (2008), as gelatinas comercializadas possuem coloração que varia de um amarelo pálido para um âmbar escuro. A cor da gelatina é um atributo de grande importância comercial. Sai-Ut et al. (2012) obtiveram gelatinas de peixe com L inferior a 70 e b maior que 9. Ahmad e Benjakul (2010) extraíram gelatinas de peixe com L inferior a 50.

Foto: Maria Emanuella de Oliveira Martins



Figura 2. Gelatina em pó a partir de escama de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Atividade de água (A_w)

O valor encontrado de atividade de água na amostra foi em média $0,17 (\pm 0,01)$ a $27,8^\circ\text{C}$. A atividade de água reflete a quantidade de água livre (em proporção molar) em materiais, e é também muito importante no processamento e análise de produtos, devido à sua influência sobre a qualidade e estabilidade do produto. O crescimento máximo dos microrganismos ocorre em atividade de água acima de $0,90$, e abaixo de $0,60$ não há crescimento microbiano. Mesmo fungos xerófilos, que podem crescer em ambientes com A_w entre $0,60$ e $0,70$, não podem produzir micotoxinas a A_w abaixo de $0,80$ (BEUCHAT et al., 2013). Assim, a A_w encontrada é considerada baixa, refletindo uma boa estabilidade do pó da gelatina com relação à degradação microbiológica.

Determinação do pH

O valor médio de pH foi 4,41 ($\pm 0,04$). É um valor considerado dentro da faixa comumente observada em gelatinas que tiveram as mesmas condições de pré-tratamento e de extração. Os valores de pH têm sido referidos dentro da faixa de 3,8 a 5,0 para gelatinas processadas por pré-tratamento ácido e 4,7 a 7,5 para processadas por pré-tratamento alcalino (ALFARO, 2008). O pH afeta a viscosidade: valores de pH alcalinos resultam em grande queda de viscosidade, enquanto pH ácido acarreta apenas uma redução moderada de viscosidade (BORDIGNON, 2010). Tal característica se deve a alterações nas forças atrativas entre as cadeias das moléculas de gelatina. Elango et al. (2014) extraíram, por uma rota ácida, gelatina de peixe com pH entre 5 e 6. Por outro lado, Shakila et al. (2012), também por uma rota ácida, obtiveram gelatina de peixe com pH entre 4,31 e 4,65, e Shyni et al. (2014), extraíndo gelatina de 3 diferentes espécies de peixes, conseguiram gelatinas com pH entre 4,17 e 4,34.

Força de gel

O valor médio obtido para a força de gel da gelatina extraída foi de $233,5 \pm 14,4$ g, ou 233,5 °Bloom (Figura 3). A força de gel é um parâmetro comercial muito importante para a gelatina, pois essa propriedade é fundamental para determinação da aplicação final. A maioria das gelatinas comerciais variam de 100 g a 300 g (KARIM; BHAT, 2009). O Bloom está relacionado à elasticidade mecânica do gel e é usado para classificar os tipos de gelatina: baixo Bloom, (força de gel < 120 g); médio Bloom (força de gel entre 120 g e 200 g); e alto Bloom (força de gel > 200 g) (BORDIGNON, 2010).

Gelatinas de baixa força de gel (70-90 g) são usadas para o clareamento de vinhos e sucos; materiais com força de gel de 125 g a 250 g costumam ser usados por indústrias têxteis; a faixa de 0 g a 140 g é usada para a microencapsulação de vitaminas A, D, e E (MARIOD; ADAM, 2013).

Cortesi et al. (2002) produziram liposferas de diferentes diâmetros graças ao uso de gelatinas de diferentes Bloom. Songchotikunpan et al. (2008) e Zhou et al. (2006) extraíram gelatina da pele de tilápia, com forças de gel de 328 ± 9 g e 273 ± 4 g, respectivamente.



Foto: Maria Emanuella de O. Martins

Figura 3. Gelatina de escama de tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Composição Química

Não houve grande diferença do teor de umidade entre a escama (14,06%) e a gelatina (15,16%) (Tabela 1). O teor de lipídeos da gelatina foi menos de 1%, (abaixo dos 4-5% reportados por Shakila et al. (2012) de gelatina de ossos de cioba e garoupa, e semelhante ao obtido por Shyni et al. (2014) a partir de pele de peixes), o que já era esperado, devido ao baixo teor de lipídeos da escama. A quantidade de proteína da gelatina (86,86%) foi bem superior à da escama (58%), já que a gelatina isolada e concentrada é uma proteína. O teor de proteína foi superior ao obtido por Shakila et al. (2012), e ligeiramente menor que o obtido por Shyni et al. (2014) a partir de pele de peixes. O valor de cinzas foi reduzido (de 30,45% para 5,39%) com a extração de gelatina, mostrando que o processo de desmineralização foi eficiente. O teor final de cinzas foi ligeiramente menor que o obtido por Shakila et al. (2012), mas maior que o registrado por Shyni et al. (2014).

Tabela 1. Composição química da escama de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e da gelatina.

Componente	Teor (%)	
	Escama	Gelatina
Umidade	14,06	15,16
Proteínas	58,00	86,86
Lipídeos	0,33	0,00
Cinzas	30,45	5,39

A umidade é um dos principais fatores para os processos microbiológicos, como o desenvolvimento de bactérias. O teor de umidade das matérias-primas é de fundamental importância para a conservação e armazenamento. Gelatinas comerciais apresentam umidade de 9-14% à temperatura ambiente (25 °C) (COLE, 2014). A gelatina obtida apresentou boa composição centesimal, com baixos teores de umidade e cinzas e alto teor de proteínas.

Análise Química Elementar

Dentre os elementos analisados, o nitrogênio (N) apresentou o maior teor, seguido do mineral cálcio (Ca), o que se justifica pelo fato de a gelatina ser uma proteína obtida da escama, que é composta de proteína e apatita (Tabela 2) (IKOMA et al., 2003).

Tabela 2. Macro e micronutrientes (g/kg) presentes na gelatina em pó.

Nutriente	Teor (g/kg)
Nitrogênio (N)	128,12
Cálcio (Ca)	30,21
Enxofre (S)	8,30
Fósforo (P)	3,77
Sódio (Na)	1,37
Magnésio (Mg)	0,93
Potássio (K)	0,11
Ferro (Fe)	0,01
Zinco (Zn)	0,007
Manganês (Mn)	0,005
Boro (B)	0,002
Cobre (Cu)	0,002

Akagündüz et al. (2014), extraíndo gelatina a partir de escamas de peixes da família Sparidae, também verificaram o cálcio como principal mineral (1,06 g/kg) em comparação com os teores de magnésio (0,03 g/kg), sódio (0,17 g/kg), potássio (0,01 g/kg) e zinco (0,01 g/kg), totalizando um teor de minerais de 5,70 g/kg.

Conclusão

A extração de gelatina a partir de escama de tilápia apresentou-se como uma nova alternativa de base renovável. O produto obtido apresenta boas características a exemplo de uma elevada força de gel, conferindo potencial tecnológico para sua aplicação, como em matriz polimérica para elaboração de filmes comestíveis e obtenção de hidrogéis para processos de liberação controlada de princípios bioativos, entre outras.

Referências

AHMAD, M.; BENJAKUL, S. Extraction and characterisation of pepsin solubilised collagen from the skin of unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*). **Food Chemistry**, v. 120, p. 817-824, 2010.

AKAGÜNDÜZ, Y.; MOSQUERA, M.; GIMÉNEZ, B.; ALEMÁN, A.; MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Sea bream bones and scales as a source of gelatin and ACE inhibitory peptides. **Food Science and Technology**, v. 55, p. 579-585, 2014.

ALFARO, A. D. T. **Otimização das condições de extração e caracterização da Gelatina de pele de Tilápia (*Oreochromis urolepis hornorum*)**. 2008. (Doutorado em Ciências) - Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

BEUCHAT, R. L.; KOMITOPOULOU, E.; BECKERS, H.; BETTS, P. R.; BOURDICHON, F.; FANNING, S.; JOOSTEN, M. H.; TER KUILE, H. B. Low-water activity foods: increased concern as vehicles of foodborne pathogens. **Journal of Food Protection**, v. 76, n. 1, p. 150-172, 2013.

BORDIGNON, A. C. **Caracterização da pele e da gelatina extraída de peles congeladas e salgadas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

BOSCOLO, W. R.; FEINDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM, 2007. 272 p.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Brasília, DF, 2011. 60 p. Disponível em: <<http://bibspi.planejamento.gov.br/bitstream/handle/iditem/191/Boletim%2520MPA%25202011FINAL3%5B1%5D.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 04 fev. 2015.

CARVALHO, E. D. **Avaliação dos impactos da piscicultura em tanques-rede nas represas dos grandes tributários do Alto Paraná (Tietê e Paranapanema): o pescado, a ictiofauna agregada e as condições limnológicas**. Botucatu: Instituto de Biociências: UNESP-Campus de Botucatu, 2006. 46 p. Relatório Científico FAPESP.

CASTAGNOLLI, N. **Aqüicultura para o ano 2000**. Brasília, DF: CNPq, 1996. 95 p.

CHO, S. M.; GU, Y. S.; KIM S. B. Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnusalbacares*) skin gelatin compared to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, v. 19, p. 221-229, 2004.

CHOI, S. S.; REGENSTEIN, J. M. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 194-199, 2000.

COLE, C. G. B. **Gelatin Food Science**. Disponível em: <<http://www.gelatin.co.za>>. Acesso em: 06 maio 2014.

CORTESI, R.; ESPOSITO, E.; LUCA, G.; NASTRUZZI, C. Production of lipospheres as carriers for bioactive compounds. **Biomaterials**, v. 23, p. 2283-2294, 2002.

DERIGGI, G. F.; INOUE, L. A. K. A.; MORAES, G. Stress responses to handling in Nile tilapia (*Oreochromisniloticus Linnaeus*): assessment of eugenol as an alternative anesthetic. **ActaScientiarum. Biological Science**, v. 28, n. 3, p. 269-274, 2006.

ELANGO, J.; ROBINSON, S. J.; ARUMUGAM, V.; GEEVARETNAM, J.; DURAIRAJ, S. Effect of Protein and Sorbitol Concentrations on the Properties of Fish Gelatin Films. **American Journal of Advanced Food Science and Technology**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2014.

FITZSIMMONS, K. **Panorama do mercado mundial da tilápia**. Revista Panorama da Aquicultura, Rio de Janeiro, v.19, n. 111, p.54-55, 2009.

GMIA standard methods for the testing of edible gelatin. 2013. Disponível em: <http://www.gelatin-gmia.com/images/GMIA_Official_Methods_of_Gelatin_Revised_2013.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2015.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; TURNAY, J.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, M. D.; ULMO N.; LIZARBE, M. A.; MONTERO, P. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. **Food Hydrocolloids**, v. 16, p. 25-34, 2002.

IKOMA, T.; KOBAYASHI, H.; TANAKA, J.; WALSH, D.; MANN, S. Microstruture,

mechanical and biomimetic properties of fish scales from *Pagrus major*. **Journal of Structural Biology**, v. 142, p. 327-333, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - métodos físicos e químicos**. 4. ed. São Paulo, 2008.

JAMILAH, B.; HARVINDER, K. G. Properties of gelatins from skins 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 an alternative to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p. 563–576, 2009.

LOVSHIN, L. L. Tilapia culture in Brazil. In: COSTA-PIERCE, B. A.; RACOCY, J. E. **Tilapia aquaculture in the Americas**. World Aquaculture Society, 2000, v. 2, p. 133-140.

MARENGONI, N. G. Produção de tilápia do nilo *oreochromisniloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Arquivo Zootecnia**, v. 55, n. 210, p.127-138, 2006.

MARIOD, A. A.; ADAM, H. F. Review: gelatin, source, extraction and industrial applications. **Acta scientiarum Polonorum/Technologia Alimentaria**, v. 12, n. 2, p. 135-147, 2013.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S. do; MELO, W. J. de. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. da. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. p. 190-233.

MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Extracting conditions for Megrim (*Lepidorhombuswhiffiagonis*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 434-438, 2000.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária 2002. 200 p.

PESSATTI, M. L. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11. Relatório Final de Ações Prioritárias ao Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura no Sul do Brasil, Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n.003/2000. 2001.

SAI-UT, S.; JONGJAREONRAK A.; RAWDKUEN S. Re-extraction, Recovery, and Characteristics of Skin Gelatin from Farmed Giant Catfish. **Food Bioprocess Technology**, p. 1197-1205, 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2F11947-010-0408-3#page-1>>. Acesso em: 05 fev. 2014.

SHAKILA, J. R.; JEEVITHAN, E.; VARATHARAJAKUMAR, A.; JEYASEKARAN, G.;

SUKUMAR, D. Functional characterization of gelatin extracted from bones of red snapper and grouper in comparison with mammalian gelatin. **Food Science and Technology**, v. 48, p. 30-36, 2012.

SHYNI, K.; HEMA, G. S.; NINAN, G.; MATHEW, S.; JOSHY, C. G.; LAKSHMANAN, P. T. Isolation and characterization of gelatin from the skins of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), dog shark (*Scoliodon sorrakowah*), and rohu (Labeorohita). **Food Hydrocolloids**, v. 39, p. 68-76, 2014.

SONGCHOTIKUNPAN, P.; TATTIYAKUL, J.; SUPAPHOL, P. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 42, p. 247255, 2008.

SOUZA, F. O. **Estudo do efeito da relação macho/fêmea em desova natura e dosagem de 17-alfa metiltestosterona na reversão sexual de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem Tailandesa**. 45 f. 2001. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ZHANG, F; XUB, S; WANG, Z. Pre-treatment optimization and properties of gelatin from freshwater fish scales. **Food and Bioproducts Processing**, V. 89, p. 185-193, 2011.

ZHOU P.; MULVANEY J. S.; REGENSTEIN M. J. Properties of Alaska Pollock Skin Gelatin: a comparison with Tilapia and Pork Skin Gelatins. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 6, 2006.

Embrapa

Agroindústria Tropical

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA