

Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia



ISSN 1679-6543

Novembro, 2012

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 64

Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Yana Luck Nunes

Rayanne Leitão Claudino

Morsyleide de Freitas Rosa

Edson Noriyuki Ito

Angela Aparecida Lemos Furtado

Maria do Livramento Linhares Rodrigues

Edla Freire de Melo

Embrapa
Brasília, DF
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

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

Home page: www.cnpat.embrapa.br

E-mail: vendas@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Marlon Vagner Valentim Martins*

Secretário-Executivo: *Marcos Antonio Nakayama*

Membros: *José de Arimatéia Duarte de Freitas, Celli Rodrigues*

Muniz, Renato Manzini Bonfim, Rita de Cassia Costa

Cid, Rubens Sonsol Gondim, Fábio Rodrigues de Miranda

Revisão de texto: *Marcos Antonio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Edineide Maria Machado Maia*

Edição eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

Fotos da capa: *Men de Sá Moreira de Souza Filho*

1ª edição (2012): versão eletrônica

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 e caracterização de gelatina de pele de tilápia / Souza Filho, M. de S. M. de ... [et al.] – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

19 p.; 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543, 64).

1. *Oreochromis niloticus*. 2. Pescado. 3. Agregação de valor. I. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. II. Nunes, Yana Luck. III. Claudino, Rayane Leitão. IV. Rosa, Morsyleide de Freitas. V. Ito, Edson Noriyuki. VI. Furtado, Angela Aparecida Lemos. VII. Rodrigues, Maria do Livramento Linhares. VIII. Melo, Edla Freire de. IX. Série.

CDD 641.392

© Embrapa 2012

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusão	18
Referências	19

Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia

Men de Sá Moreira de Souza Filho¹

Yana Luck Nunes²

Rayanne Leitão Claudino³

Morsyleide de Freitas Rosa⁴

Edson Noriyuki Ito⁵

Angela Aparecida Lemos Furtado⁶

Maria do Livramento Linhares Rodrigues⁷

Edla Freire de Melo⁸

Resumo

O processamento de pescado gera grande quantidade de resíduos, com compostos químicos que devem ser valorizados. É o caso do colágeno, fonte de obtenção de gelatina. O presente trabalho apresenta o processo de extração de gelatina da pele residual do processamento de tilápia (*Oreochromis Niloticus*). A pele foi imersa em solução de NaCl 0,5%, lavada com água, imersa em CH₃COOH 0,2N e, posteriormente,

¹Engenheiro químico, doutor em Engenharia de Produção, Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, men.souza@embrapa.br

²Química, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, yana.luck@hotmail.com

³Graduanda em Engenharia de Pesca, bolsista da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, rayanneclaudino@yahoo.com.br

⁴Engenheira química, doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, morsyleide.rosa@embrapa.br

⁵Engenheiro de materiais, doutor em Engenharia de Materiais, professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, RN, ito@ufrnet.br

⁶Engenheira química, doutora em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, pesquisadora da Embrapa Alimentos, Rio de Janeiro, RJ, angela.furtado@embrapa.br

⁷Bacharelada em Química, bolsista da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, marialinharesr@hotmail.com

⁸Graduanda em Tecnologia de Processos Químicos, bolsista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Fortaleza, CE, edlafm@gmail.com

submetida a uma sequência de etapas, incluindo hidrólises alcalina (NaOH 0,2N) e ácida (H₂SO₄ 0,2N). O material resultante foi filtrado a vácuo, rotaevaporado, liofilizado e submetido à caracterização (pH, cor, transparência, força de gel, atividade de água (A_w) e cor). Também foram realizadas análises termogravimétricas (TGA), de calorimetria exploratória diferencial (DSC) e de microscopia eletrônica de varredura (MEV). De acordo com os resultados, foi possível extrair da pele de tilápia gelatina de cor branca e boa luminosidade, com A_w de 0,599 e rendimento de 15%. A TGA mostrou que a degradação da gelatina inicia-se à temperatura de 200 °C. No DSC, apenas foi possível observar um evento endotérmico, relativo à perda de água. O MEV mostrou que a gelatina em pó apresenta estrutura formada por lamelas de aproximadamente 1,35 μm de espessura.

Termos para indexação: *Oreochromis Niloticus*, pescado, agregação de valor.

Obtainment and Characterization of Gelatin of Tilapia Skin

Abstract

*Fish processing generates large amounts of waste, with chemical compounds that should be valued. This is the case of collagen, which is precursor for gelatin. This work presents the process of extracting gelatin from the residual skin of tilapia (*Oreochromis Niloticus*) processing. The skin was immersed in 0.5% NaCl solution, washed with water and immersed in 0.2 N CH₃COOH. Then, it was subjected to a sequence of steps including alkaline (0.2N NaOH) and acid (0.2N H₂SO₄) hydrolyses. The material was vacuum filtered, rotaevapored, freezer-dried and characterized (pH, color, transparency, gel strength, water activity (Aw) and color). Thermogravimetric analysis (TGA), differential scanning calorimetry (DSC) and scanning electron microscopy (SEM) were also performed. According to the results, it was possible to extract gelatin from tilapia skin with white color and good brightness, Aw of 0.599 and 15% yield. The TGA showed that the degradation of the gelatin starts at 200 °C. By DSC, it was only possible to observe an endothermic event corresponding to water loss. The SEM showed that gelatin powder is formed by lamellae of approximately 1.35 mm thick.*

Index terms: Oreochromis Niloticus, fish, adding value.

Introdução

Mundialmente, a aquicultura é um setor que tem crescido rapidamente nos últimos 50 anos. No período de 1970 a 2008, a produção aquícola mundial cresceu a uma taxa média anual de 8,3% (FAO, 2010). O Brasil é um país com grande potencial hídrico e apresenta, portanto, condições extremamente favoráveis para o desenvolvimento da aquicultura (CAMARGO; POUHEY, 2005). Em 2008, o setor apresentou uma elevação na produção de 34,4% quando comparada ao ano anterior (BRASIL, 2008-2009).

A tilápia é a espécie de peixe mais produzida no Brasil, podendo ser encontrada em praticamente todo o território nacional, exceto nas regiões abrangidas pelas bacias do Amazonas e Paraguai, onde seu cultivo não é permitido pela legislação ambiental vigente. A produção de tilápia, em 2009, representou 39% do total de pescado proveniente da piscicultura continental (BOLETIM ..., 2008-2009).

Dessa forma, é de extrema importância estudar o processamento da tilápia objetivando um aproveitamento do grande volume de resíduos gerados, pois ela apresenta apenas 30% de rendimento de filé, sendo os outros 70% representados por cabeça, carcaça, pele e escamas, que são considerados resíduos (BORDIGNON, 2010).

Uma das formas de aproveitar os resíduos do processamento da tilápia é pela produção de gelatina, um produto que possui diversas aplicações tecnológicas. Ela é produzida a partir da desnaturação do colágeno, e seu conteúdo de proteínas varia entre 85% e 92%.

O colágeno é uma glicoproteína que contém pequena quantidade de galactose e glicose, sendo um importante constituinte estrutural de vertebrados e invertebrados. Está presente em abundância nos mamíferos, sendo a maior proteína constituinte de peles, tendões, cartilagens, ossos e tecido conectivo em geral (ALFARO, 2008). Como a gelatina é derivada da hidrólise do colágeno, suas propriedades e capacidade de geleificação envolvem a parcial renaturação e

desnaturação das moléculas de colágeno, suas características dependem amplamente do colágeno utilizado. O resíduo de pescado, de um modo geral, é rico em colágeno, sendo uma excelente matéria-prima para a produção de gelatina.

A maioria das gelatinas comerciais é derivada de fontes de mamíferos, principalmente suínos e bovinos; porém, em razão de algumas particularidades religiosas do islamismo e judaísmo e algumas doenças mundialmente conhecidas, como a encefalopatia espongiforme bovina (mal da vaca louca) e febre aftosa, a gelatina de peixe tem sido pesquisada como uma fonte alternativa de consumo (SHREVE; BRINK JÚNIOR, 2008).

O processo de obtenção de gelatina é composto por três etapas principais: pré-tratamento da matéria-prima, extração da gelatina, e pós-tratamentos, como purificação e secagem. Dependendo do método pelo qual o colágeno é tratado, dois diferentes tipos de gelatina podem ser produzidos. A gelatina do tipo A é obtida a partir de um pré-tratamento ácido do colágeno, e a do tipo B é originada pelo pré-tratamento alcalino do colágeno (KARIM; BHAT, 2009).

Na indústria alimentícia, a gelatina é um dos polímeros solúveis em água que pode ser usado como ingrediente para aumentar a elasticidade, consistência e estabilidade física de alimentos (TAVAKOLIPOUR, 2011). É utilizada como clarificante de bebidas, como vinho branco, cervejas, sucos de frutas e também espessante, estabilizadora e texturizadora de iogurtes, sorvetes, cream cheese, queijo cottage, espumas e saladas de frutas (BORDIGNON, 2010). A gelatina teve papel importante no desenvolvimento acelerado das indústrias cinematográfica e fotográfica, sendo utilizada para revestir a base das películas e constituir a emulsão de sais de prata sensíveis à luz. Na indústria farmacêutica, é utilizada para fabricar cápsulas e como emulsificador (SHREVE; BRINK JÚNIOR, 2008). Também é utilizada como expansor de plasma, como ingrediente em formulações de drogas e selante para próteses vasculares (YOUNG et al., 2005).

Os principais atributos mensurados para determinar a qualidade das gelatinas comerciais são: força de gel, viscosidade, umidade, cinzas, metais pesados, cor e claridade, pH, pontos de geleificação e fusão, ponto isoelétrico e microbiologia.

O objetivo geral deste trabalho foi obter e caracterizar gelatina a partir de pele residual do processamento da tilápia (*Oreochromis Niloticus*) para o desenvolvimento de uma rota tecnológica visando a uma futura aplicação para diferentes resíduos de pescado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no laboratório de Tecnologia da Biomassa da Embrapa Agroindústria Tropical, situado no Município de Fortaleza, CE. A matéria-prima utilizada foi obtida a partir da retirada da pele de tilápias (*Oreochromis Niloticus*) frescas obtidas em uma peixaria da região.

Pré-tratamento das peles

Inicialmente, as peles foram lavadas e imersas em um banho de NaCl 0,5% por 15 min. Foram novamente lavadas, e permaneceram em ácido acético 0,2 N por 45 minutos. O material foi, então, neutralizado com uma solução de 1 M de NaOH; após separadas da solução, as peles foram trituradas.

Hidrólise ácida e alcalina

A seguir, foram realizados dois tratamentos, um ácido e um alcalino. Primeiramente, realizou-se o tratamento alcalino, utilizando-se uma solução 0,2 N de NaOH na proporção de 1:3 de solução. O sistema foi mantido sob agitação por 45 minutos em temperatura ambiente. Decorrido esse período, a solução foi neutralizada com H_2SO_4 1 M, e a mistura, centrifugada por 5 minutos a 5.000 rpm. O precipitado foi pesado e submetido ao tratamento ácido nas mesmas condições do alcalino (1:3 de solução/45 min/T ambiente/agitação) com uma solução 0,2 N de H_2SO_4 . Após o tratamento ácido, a mistura foi novamente neutralizada e centrifugada utilizando a mesma programação. O precipitado foi utilizado para realizar a extração da gelatina.

Extração da gelatina

A extração foi realizada após a massa obtida a partir dos pré-tratamentos ter sido pesada e adicionada em água destilada pré-aquecida à temperatura de 45 °C na proporção de 1:5 de água. Realizou-se a extração por 2 horas, e, em seguida, a mistura foi filtrada a vácuo com papel de filtro qualitativo.

O líquido obtido foi evaporado em rotaevaporador para, a seguir, ser liofilizado. A gelatina liofilizada foi moída em moinho de facas, e o pó obtido foi utilizado em análises de caracterização da gelatina. A seguir, apresenta-se um fluxograma simplificado do procedimento de obtenção da gelatina na Figura 1.

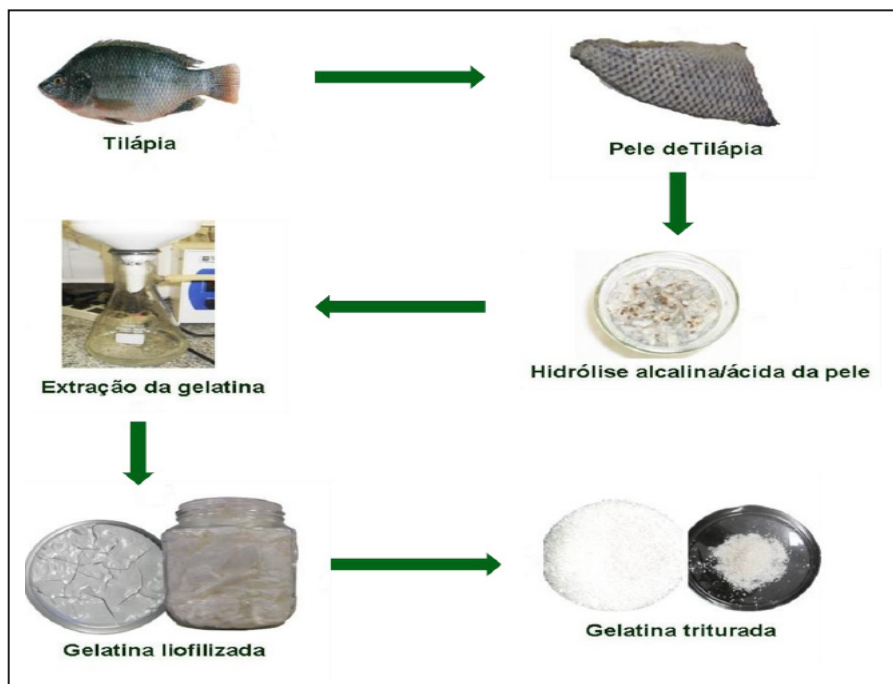


Figura 1. Fluxograma simplificado de obtenção da gelatina.

Cálculo do rendimento

O rendimento da extração foi calculado a partir do peso seco de gelatina obtida sobre o peso úmido das peles utilizadas de acordo com Alfaro (2008), seguindo a seguinte equação:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{peso seco de gelatina}}{\text{peso úmido das peles}} \times 100$$

Análises

A força de gel foi realizada a partir de uma solução a 6,67% (p/v) de gelatina a 10 °C, em texturômetro com probe de 12,7 mm, segundo a metodologia descrita pelo GMIA (DOCTOC, 2006). A medida foi realizada em quintuplicata.

A cor da gelatina foi determinada por dois métodos, por absorvância em espectrofotômetro a 450 nm a partir de uma solução de gelatina 6,67% (p/v) entre 55 °C e 60 °C, e em colorímetro Hunter, para a obtenção de parâmetros de L, a e b, a partir da gelatina em pó. A transparência foi determinada a partir de análise de absorvância em espectrofotômetro a 620 nm de uma solução 6,67% (p/v) de gelatina entre 55 °C e 60°C.

O pH foi determinado em potenciômetro com eletrodo de vidro de uma solução 6,67% (p/v) de gelatina com temperatura entre 55 °C e 60°C. Com relação à atividade de água (A_w), a amostra de gelatina seca e moída (pó) foi colocada na cápsula do equipamento CX-AQUALAB (Decagon), e o valor da atividade de água foi medido.

Para caracterização da estabilidade térmica e caracterização morfológica da gelatina, foram realizadas análises termogravimétricas (TGA/DTG), de calorimetria (DSC) e de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

A análise termogravimétrica (TGA/DTG) foi realizada a partir da gelatina em pó utilizando um analisador termogravimétrico Mettler Toledo

modelo TGA/SDTA 851. As medidas foram realizadas sob atmosfera de nitrogênio com fluxo de gás de 50 mL/min, aquecidas na faixa de temperatura de 25 °C a 800 °C a uma taxa de aquecimento de 10 °C/min em porta-amostra de alumina.

A análise térmica calorimétrica (DSC) foi realizada em um equipamento DSC, modelo Q20 da marca TA Instruments a partir de 5,1 mg da amostra em pó, com taxa de aquecimento de 20 °C/min com temperatura de equilíbrio de 20 °C e temperatura final de 200 °C.

Para microscopia eletrônica de varredura, a amostra de gelatina moída e seca foi coberta com platina em metalizador Emitech K550 utilizando argônio como gás de arraste por 15 minutos. Em seguida, foi analisada em microscópio eletrônico de varredura ZEISS DSM 940A, com voltagem de aceleração de elétrons de 15 keV.

Para a análise de FTIR, a gelatina em pó foi triturada juntamente com NaCl em cadinho e almofariz de ágata, e foi preparada uma pastilha, em uma prensa. Essa pastilha foi então analisada no equipamento Cary 640 FTIR, da Agilent.

Resultados e Discussão

O rendimento da extração, calculado a partir do peso seco de gelatina sobre o peso úmido das peles utilizadas, foi de 15%. O valor encontrado é um valor intermediário se comparado a outros métodos de extração, que normalmente apresentam valores de rendimento em torno de 5,39%, obtido por Jamilah e Harvinder (2002), e 18%, obtido por Bordignon (2010), para extrações realizadas a partir de peles de tilápia que receberam outros pré-tratamentos.

Os tempos de pré-tratamento normalmente variam entre 3 horas, como o realizado por Bueno (2008), e 40 minutos, realizado por Jamilah e Harvinder (2002).

O valor médio obtido para a força de gel da gelatina extraída foi de 180,87 g, ou seja, aproximadamente 181 Bloom. O valor obtido está dentro da faixa de valores estabelecidos para a gelatina comercial, e classifica-se como uma gelatina de força de gel média. Gelatina de peixe tipicamente possui valores de Bloom entre quase zero e 270 Bloom, enquanto os valores altos de Bloom para gelatinas bovinas e suínas estão em torno de 200 a 240 Bloom. O valor obtido está, portanto, coerente com os valores comumente observados.

A Figura 2, a seguir, mostra o aspecto da gelatina após ter sido armazenada sob refrigeração.



Figura 2. Gel de gelatina de pele de tilápia.

A determinação de cor e transparência por espectrofotômetro para a solução de gelatina 6,67% nos comprimentos de onda de 450 nm e 620 nm, respectivamente, apresentou um valor de 0,76 para a cor e 0,35 para a transparência. O valor de transparência obtido indica que a gelatina apresentou uma boa pureza, considerando que o valor da transparência indica quanto foi absorvido da luz incidente, e que, quanto maior a pureza, menor a absorção de luz.

Para a determinação de cor do pó utilizando colorímetro Hunter, nos parâmetros de L,a,b, obtiveram-se os seguintes valores: $L = (85,4)$, $a = (1,14)$ e $b = (4,47)$. A partir disso, observa-se que o pó apresentou boa luminosidade, com cor próxima ao branco (Figura 3).

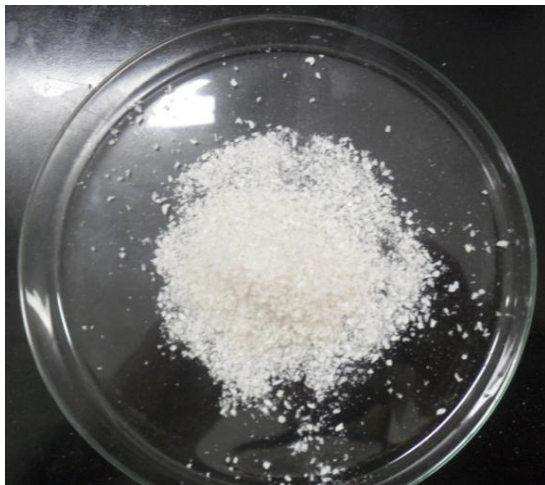


Figura 3. Gelatina em pó liofilizada.

O valor de pH obtido foi de 3,5. É um valor ligeiramente inferior à faixa comumente observada para gelatinas que tiveram pré-tratamento alcalino, embora tenham sido utilizados dois pré-tratamentos distintos na gelatina extraída. Pode-se, posteriormente, realizar um ajuste de pH para torná-la menos suscetível à degradação por microrganismos. Em regulamentações, geralmente o pH é especificado dentro de uma faixa bem ampla; portanto, o valor obtido pode ser facilmente ajustado.

O valor de atividade de água obtido sugere uma boa estabilidade do pó da gelatina com relação à degradação microbiológica, pois apresenta uma baixa concentração de água livre. Esse valor foi de 0,599.

A maioria dos microrganismos cresce em meio com atividade de água no intervalo entre 0,90 e 0,99; a maioria das leveduras e fungos miceliais, em meio com atividade de água entre 0,86 e 0,88; e alguns fungos filamentosos, em meio com atividade de água de até 0,80. Portanto, a atividade de água apresentada pela gelatina, que está abaixo dessas faixas, indica uma boa estabilidade, inibindo a multiplicação microbiológica e aumentando o tempo de conservação.

Verifica-se, portanto, que o baixo valor de pH e a baixa A_w contribuem de forma sinérgica para a conservação da gelatina.

A curva da análise termogravimétrica juntamente com sua derivada releva um evento em torno de 80 °C, referente à perda de água da gelatina. Esta possui uma alta capacidade de absorção de água, podendo reter grandes quantidades. Dessa forma, o evento de perda da água é coerente com a composição do pó. Em seguida, ocorrem mais dois eventos, a partir de, aproximadamente, 200 °C, que podem ser atribuídos à perda dos constituintes da gelatina, basicamente aminoácidos. A curva de análise termogravimétrica (TGA) e sua derivada (DTG) podem ser observadas na Figura 4.

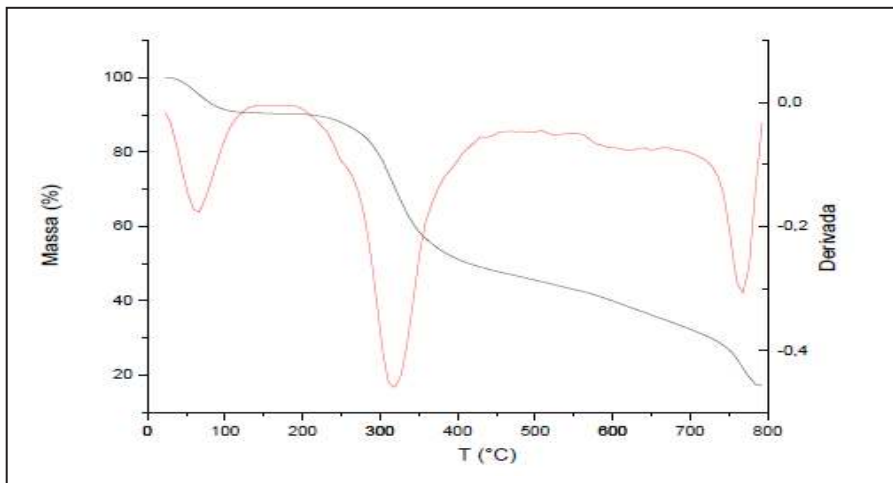


Figura 4. Curva de análise termogravimétrica (TGA) e sua derivada (DTG).

A análise de calorimetria diferencial exploratória, realizada até a temperatura de 200 °C, indica que, até essa temperatura, ocorre apenas um evento endotérmico em torno de 100 °C, atribuído à perda de água, já que, conforme observado na análise termogravimétrica, a degradação da gelatina inicia após essa faixa de temperatura. A Figura 5 representa a curva obtida.

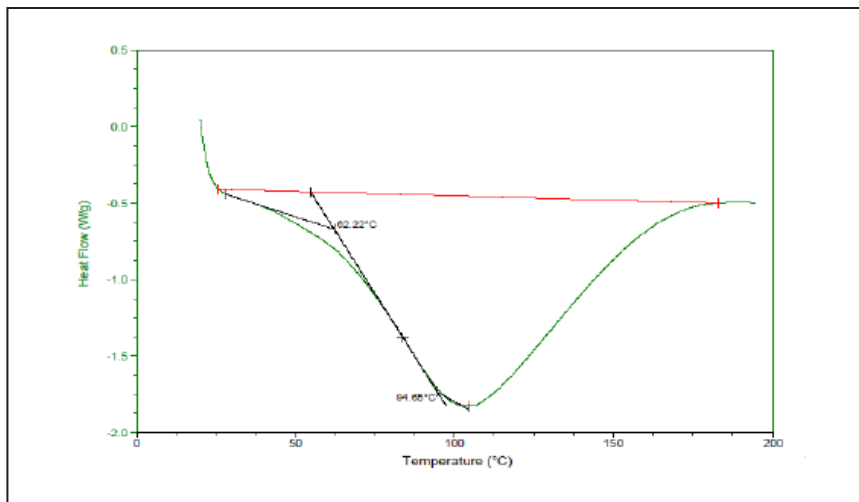


Figura 5. DSC da gelatina da pele de tilápia.

Os dados levantados pelas análises de TGA/DTG e DSC indicam que a gelatina apresenta uma boa estabilidade térmica, sugerindo que ela pode vir a ser utilizada como matriz polimérica para formulação de compósitos a serem processados por casting ou extrusão na temperatura inferior a 200 °C.

A análise por microscopia eletrônica de varredura mostrou que a gelatina em pó apresenta um aspecto microscópico de forma lamelar, ou seja, podem ser observadas, nas imagens, estruturas semelhantes a lamelas, cuja espessura aproximada foi observada em 1,35 μm . Tal estrutura lamelar contribui para conferir uma característica plástica da gelatina, indicando seu potencial emprego como matriz polimérica na formulação de compósitos. A Figura 6 mostra as micrografias obtidas.

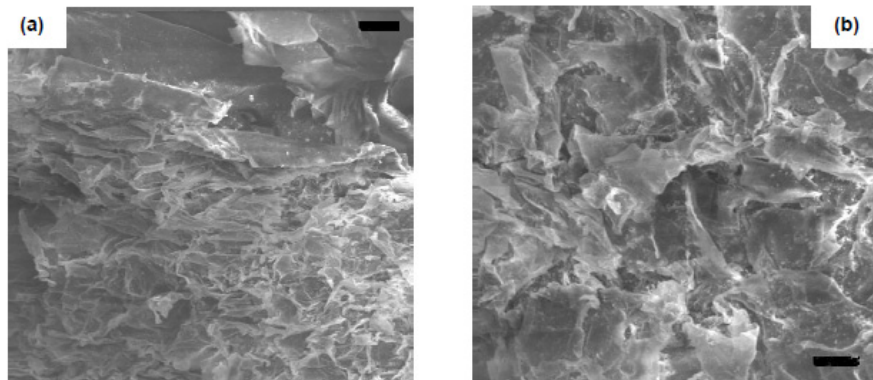


Figura 6. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) da gelatina.

O espectro de infravermelho (Figura 7) indica que a conversão de colágeno em gelatina ocasiona a perda de grupos -SH presentes nos aminoácidos sulfurados aromáticos do colágeno e que são degradados durante a extração. A região no espectro na faixa de 2.550 cm^{-1} a 2.600 cm^{-1} apresenta o estiramento das ligações S-H, que não estão presentes na gelatina, mas fazem parte da composição do colágeno. A região no espectro na faixa de 1.550 cm^{-1} a 1.610 cm^{-1} indica a deformação da ligação C=O em aminoácidos que estão presentes na amostra de gelatina, os mesmos que estão presentes no colágeno.

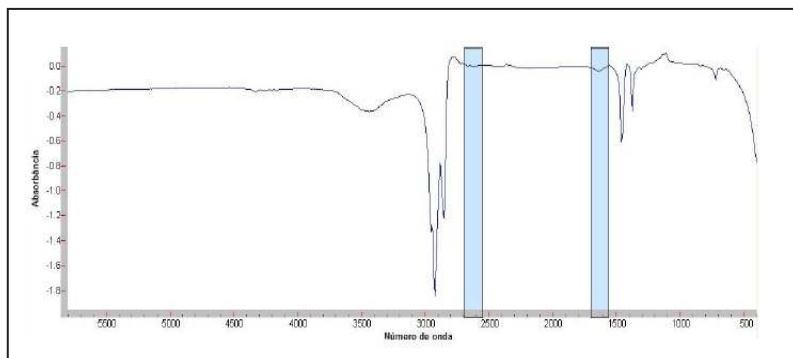


Figura 7. FTIR da gelatina de pele de tilápia.

Conclusão

Conclui-se que é possível extrair gelatina a partir do método utilizado e que ela apresenta boa luminosidade, força de gel intermediária e outras propriedades condizentes com o observado na literatura estudada.

O método utilizado permite observar que é possível extrair gelatina de qualidade com menores tempos de pré-tratamento, o que torna esse método mais viável industrialmente.

Referências

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

BORDIGNON, A. C. **Caracterização da pele e da gelatina extraída de peles congeladas e salgadas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*)**. 2010. 114f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

BOLETM ESTATÍSTICO DA PESCA E AQUICULTURA: Brasil 2008-2009. Brasília, DF: Ministério da Pesca e Aquicultura. [2010]. 99 p. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Publicidade/anu%C3%A1rio%20da%20pesca%20completo2.pdf>> . Acesso em: 10 nov. 2012.

BUENO, C. M. M. **Extração e caracterização de gelatina de pele de tilápia e aplicação como agente encapsulante de óleo de salmão em micropartículas obtidas por coacervação complexa**. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CAMARGO, S. G. O. D.; POUHEY, J. L. O. F. Aquicultura: um mercado em expansão. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 393-396, out-dez. 2005.

FAO. **World Review of fisheries and aquaculture**. Rome. 2010.

DOCSTOC. GMIA. **Standard methods for the testing of edible gelatin**, set. 2006. Disponível em: <[http://www.docstoc.com/docs/79029139/GMIA-STANDARD-METHODS-FOR-THE-TESTING-OF-EDIBLE-GELATIN-\(PDF-download\)](http://www.docstoc.com/docs/79029139/GMIA-STANDARD-METHODS-FOR-THE-TESTING-OF-EDIBLE-GELATIN-(PDF-download))> . Acesso em: 18 out. 2011.

JAMILAH, B.; HARVINDER, K. G. Properties of gelatins from skins of fish— black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). **Food Chemistry**, London, v. 77, n. 1, p. 81–84, 2002.

KARIM, A. A.; BHAT, R. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 23, n.3, p. 563-576, 2009.

SHREVE, R. N.; BRINK JÚNIOR, J. A. **Indústrias de processos químicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 717 p. Tradução de Horacio Macedo.

TAVAKOLIPOUR, H. Extraction and evaluation of gelatin from silver carp waste. **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v. 3, n. 1, p. 10-15, 2011.

YOUNG, S.; WONG, M.; TABATA, Y.; MIKOS, A.G. Gelatin as a delivery vehicle for the controlled release of bioactive molecules. **Journal of Controlled Release**, Amsterdam, v. 109, n.1/3, p. 256-274, 2005.



Agroindústria Tropical

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

