

**Obtenção e Caracterização de
Gelatina de Pele de Tilápia-do-nilo
(*Oreochromis niloticus*) em Escala
Piloto**



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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 144

Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em Escala Piloto

Men de Sá Moreira de Souza Filho

Edla Freire de Melo

Hálisson Lucas Ribeiro

Judith Pessoa de Andrade Feitosa

Bartolomeu Warlene Silva de Souza

Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo

Embrapa Agroindústria Tropical

Fortaleza, CE

2017

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*
Secretária-administrativa: *Eveline de Castro Menezes*
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: *Ana Elisa Galvão Sidrim*
Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*
Normalização: *Rita de Cassia Costa Cid*
Foto da capa: *Edla Freire de Melo*
Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

On-line (2017)

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-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) em escala piloto / Men de Sá Moreira de Souza Filho... [et al.] – Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017.

19 p. : il. ; 14,8 cm x 21 cm. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543; 144).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. Pescado 2. Resíduo agroindustrial. 3. Escala piloto. I. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. II. Melo, Edla Freire de. III. Ribeiro, Hálisson Lucas. IV. Feitosa, Judith Pessoa de Andrade. V. Souza, Bartolomeu Warlene Silva de. VI. Azeredo, Henriette Monteiro Cordeiro de. VII. Série.

CDD 641.392

© Embrapa 2017

Sumário

Resumo	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	13
Conclusão	17
Referências	18

Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) em Escala Piloto

*Men de Sá Moreira de Souza Filho*¹

*Edla Freire de Melo*²

*Hálisson Lucas Ribeiro*³

*Judith Pessoa de Andrade Feitosa*⁴

*Bartolomeu Warlene Silva de Souza*⁵

*Henriette Monteiro Cordeiro de Azeredo*⁶

Resumo

Alguns desafios do processamento do pescado são o aproveitamento dos resíduos gerados e a possibilidade de agregar valor a produtos obtidos. O objetivo deste trabalho consistiu na extração (em escala piloto) e caracterização de gelatina de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*), resíduo do processamento do pescado, visando seu posterior aproveitamento. A pele de tilápia foi submetida a pré-tratamentos alcalino (NaOH 0,1 mol L⁻¹) e ácido (CH₃COOH 0,1 mol L⁻¹) e, posteriormente, extraída a 45 °C por 60 minutos. A gelatina obtida foi filtrada, concentrada, liofilizada e moída, e em seguida caracterizada por técnicas de calorimetria exploratória diferencial (DSC), termogravimetria

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

² Química, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, edlafm@gmail.com

³ Engenheiro de alimentos, mestre do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, halissonlucas@gmail.com

⁴ Química industrial, doutora em Química Inorgânica, professora do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, judith@dqoi.ufc.br

⁵ Engenheiro de pesca, doutor em Engenharia Química e Biológica, professor-adjunto do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, souzabw@gmail.com

⁶ Engenheira de alimentos, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, henriette.azeredo@embrapa.br

(TGA), espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). O rendimento foi de 17,5%, e a gelatina resultante apresentou força de gel 590 Bloom e boa estabilidade térmica. As bandas de FTIR confirmam presença de constituintes típicos de amida A e amida I, II e III, típicas da fonte de obtenção. A MEV indicou a presença de estruturas lamelares. O processo mostrou-se adequado para obtenção de gelatina a partir de pele de tilápia.

Termos para indexação: resíduo agroindustrial, pescado, escala piloto.

Obtention and Characterization of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Gelatin in Pilot Scale

Abstract

*Some challenges of processing fisheries are to use the generated wastes and to add value to the resulting products. This study consisted on a pilot scale extraction and characterization of tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatin, waste from fish processing, aiming at its industrial exploitation. The tilapia skin was submitted to alkaline ($\text{NaOH } 0.1 \text{ mol L}^{-1}$) and acidic ($\text{CH}_3\text{COOH } 0.1 \text{ mol L}^{-1}$) pretreatments, and was extracted at $45 \text{ }^\circ\text{C}$ for 60 min. The obtained gelatin was filtered, concentrated, freeze-dried, milled, and then characterized by differential scanning calorimetry (DSC), termogravimetric analysis (TGA), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscopy (SEM). The gelatin yield was 17.5%, and the resulting gelatin presented a gel strength of 590 Bloom and good thermal stability. FTIR bands confirmed presence of amide A and amides I, II and III, typical of the protein source. SEM indicated the presence of lamellar structures. The process was suitable for gelatin extraction from tilapia skin.*

Index Terms: agroindustry waste, fisheries, pilot scale.

Introdução

Dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e da Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO), das Nações Unidas, mostram que o setor da pesca e aqüicultura desempenha um papel importante na segurança alimentar do Brasil. Isso deve-se não apenas ao fornecimento de uma fonte importante de proteínas de alto valor nutricional, mas também devido à atividade pesqueira ser uma fonte de subsistência para milhões de famílias.

O volume de pescado aumenta gradativamente de acordo com dados estatísticos da OECD-FAO (2015), e o Brasil é o segundo maior produtor da América do Sul, perdendo apenas para o Chile. São as espécies de água doce que apresentam o maior crescimento, e estima-se um crescimento de até 52% da produção acima do nível médio entre os anos de 2012 a 2024.

A perspectiva de aumento e os próprios dados apresentados mostram que o pescado vem sendo uma das proteínas mais consumidas no mundo. Segundo dados do Anuário Brasileiro da Pesca e Aqüicultura (2014), esse aumento do consumo deve-se, principalmente, a uma maior divulgação dos benefícios relacionados à saúde.

Apesar do crescimento e das boas perspectivas do setor, são grandes os desafios diante de alguns obstáculos dentro da produção de pescado. Esse aumento no consumo também irá refletir na geração de resíduos oriundos do processamento que visa à obtenção do principal produto de comercialização: o filé.

Geralmente, deste pescado é feita a filetagem, que tem cerca de 17% a 30% de aproveitamento (MORAIS et al., 2013), sendo o restante considerado resíduo. Seibel e Soares (2003) afirmam que, no Brasil, o aproveitamento dos resíduos da industrialização de pescado é pequeno e, na indústria, aproveitam-se as sobras para preparo de farinha de pescado. Também a utilização de parte do que é considerado como resíduo ajuda a reduzir os custos, gerando produtos como fertilizantes,

óleos e silagens para própria produção de ração animal, e biodiesel como fonte alternativa de combustíveis (FELTES et al., 2009; PIRES et al., 2014).

Porém, muitos resíduos ainda não são aproveitados de forma eficaz. Segundo Costa (2012), a geração de resíduo em alguns casos pode chegar a mais de 50% do peso inicial da matéria-prima, no caso, o pescado. Esses resíduos são principalmente vísceras, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne (FELTES et al., 2010). Um dos desafios postos é agregar valor a esse resíduo que ainda não possui valor comercial e adicionalmente minimizar danos ambientais.

A pele (Figura 1), que também é um resíduo da filetagem da tilápia, é uma fonte rica em colágeno e conseqüentemente em gelatina, visto que ela é produto da hidrólise parcial do colágeno extraído da pele.



Foto: Edla Freire de Melo

Figura 1. Pele de tilápia.

A busca por novas fontes para produção de gelatina para fins comerciais justifica o crescente estudo dos animais aquáticos, além das conhecidas fontes que são as peles de bovinos e suínos. De acordo

com Martins (2015), as peles de peixe são especialmente adequadas como fonte de gelatina por ser facilmente extraída à temperatura moderada, resultando em alta produção.

A gelatina é uma proteína derivada de subprodutos animais, obtida por meio da hidrólise parcial do colágeno originado de cartilagens, ossos, tendões e peles de animais. Segundo Schrieber e Gareis (2007), a gelatina é produzida por meio da hidrólise parcial do colágeno nativo. Durante a fabricação do produto, matérias-primas animais podem ser pré-tratadas com ácido diluído ou alcali, resultando na clivagem parcial das ligações cruzadas. O colágeno é solúvel em água quente e, assim, a gelatina é formada.

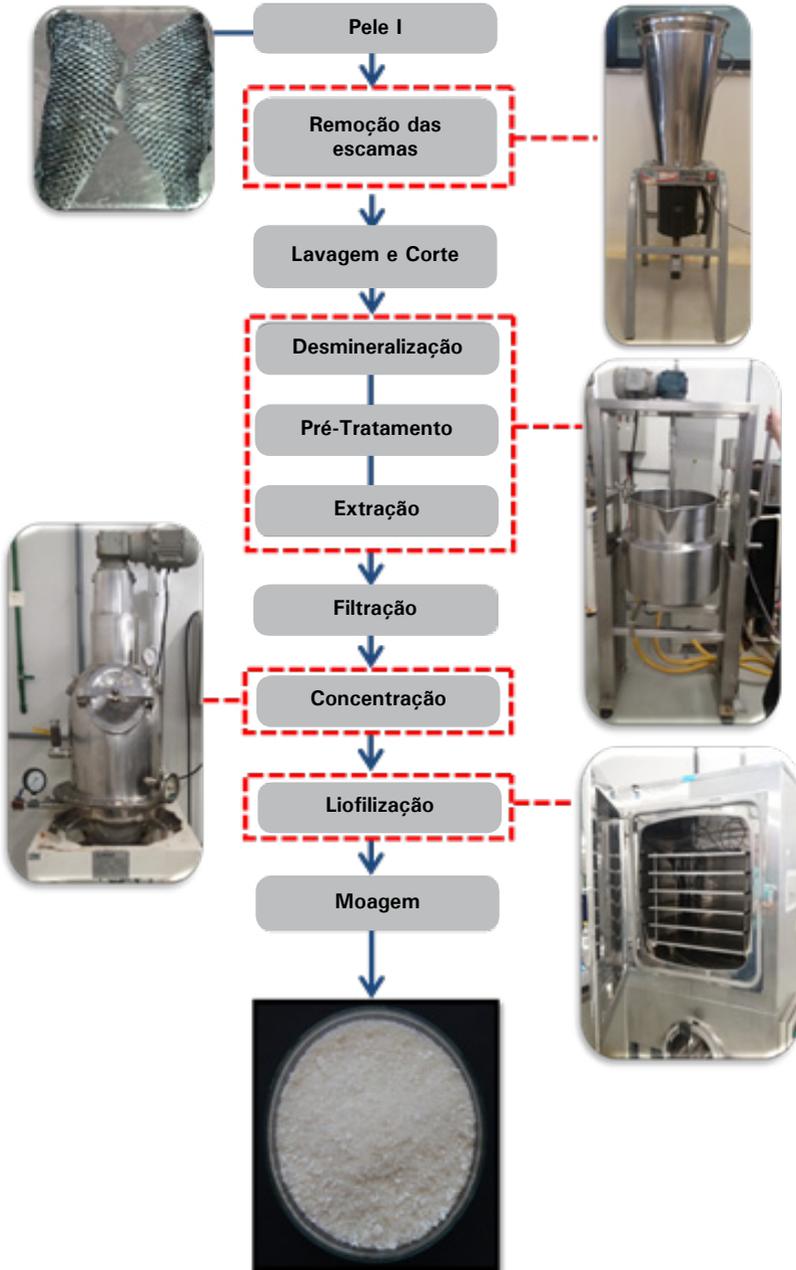
O objetivo geral deste trabalho foi obter e caracterizar gelatina em escala piloto a partir da pele de tilápia, por se tratar de um resíduo de baixo custo e de grande importância podendo ser utilizado para obtenção de produtos de alto valor agregado.

Material e Métodos

Foi realizada a extração de gelatina das peles de tilápia, sendo descrita toda a metodologia desenvolvida, desde a limpeza até a obtenção do produto final, além das análises de caracterização. As peles de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) foram doadas por uma empresa de beneficiamento de pescado, situada em Fortaleza, Ceará. As etapas do processo realizado em escala piloto para obtenção de gelatina são descritas no fluxograma a seguir (Figura 2).

Preparação das peles de tilápia

As escamas foram removidas das peles de tilápia, com o auxílio de um liquidificador industrial (LB-15, marca SKYMOSEN, com capacidade de 25 L), que em seguida foram lavadas e cortadas manualmente em pedaços menores. As etapas seguintes foram realizadas em grande escala. Foi utilizado um reator de aço inox (Marca BELOINOX, com capacidade de 50 litros por batelada).



Fotos: Edla Freire de Melo

Figura 2. Fluxograma de obtenção de gelatina de pele de tilápia em escala piloto.

Pré-tratamento básico da pele

Para a remoção das proteínas não colagenosas, as peles foram tratadas com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$), na proporção de pele/solução de 1:4, durante 30 minutos, sob agitação constante de 60 RPM. O material foi neutralizado por meio de lavagem em água corrente até pH próximo ao neutro. Foi feita uma lavagem final com água destilada.

Pré-tratamento ácido da pele

Em seguida, as peles foram misturadas com ácido acético (CH_3COOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$), na proporção de pele/solução de 1:4, durante 30 minutos, também sob agitação constante de 60 RPM. O material foi neutralizado por meio de lavagem em água corrente até pH próximo ao neutro. Foi feita uma lavagem final com água destilada.

Extração da gelatina

As peles pré-tratadas foram misturadas com água destilada na proporção de 1:4 a uma temperatura de $45 \text{ }^\circ\text{C}$. A mistura foi agitada continuamente por um período de 60 minutos, sob agitação de 60 RPM. O material obtido foi filtrado a vácuo e concentrado em um concentrador a vácuo (modelo TK, TECNINT, com capacidade para 50 L). O material, após concentrado, foi liofilizado, utilizando um liofilizador piloto (LIOTOP LP510, marca Liobrás, com capacidade de 10 litros), e o produto obtido foi moído em moinho de facas TECNAL, seguindo para as caracterizações.

Cálculo do rendimento

O rendimento é calculado com base na relação entre a massa de gelatina seca obtida após a liofilização e a massa úmida das peles de tilápia utilizadas (ALFARO; SILVA, 2010). O cálculo do rendimento é demonstrado na Equação 1.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{massa seca de gelatina} \times 100}{\text{massa úmida das peles}} \quad (\text{Eq. 1})$$

Análises

A análise de determinação do Bloom (força do 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 Gelatin Manufacturers Institute of America (2013). A medida foi realizada com três repetições.

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

Na análise termogravimétrica da gelatina, foi utilizado o analisador térmico STA 6000, da PerkinElmer, com cadinho de alumina. As condições da análise foram: faixa de temperatura de 20 °C a 900 °C, taxa de aquecimento de 10 °C min⁻¹, em atmosfera de ar sintético, com vazão de 20 mL min⁻¹. Foram utilizados aproximadamente 10 mg de amostra. Utilizou-se o software OriginPro 8 para tabulação dos dados obtidos.

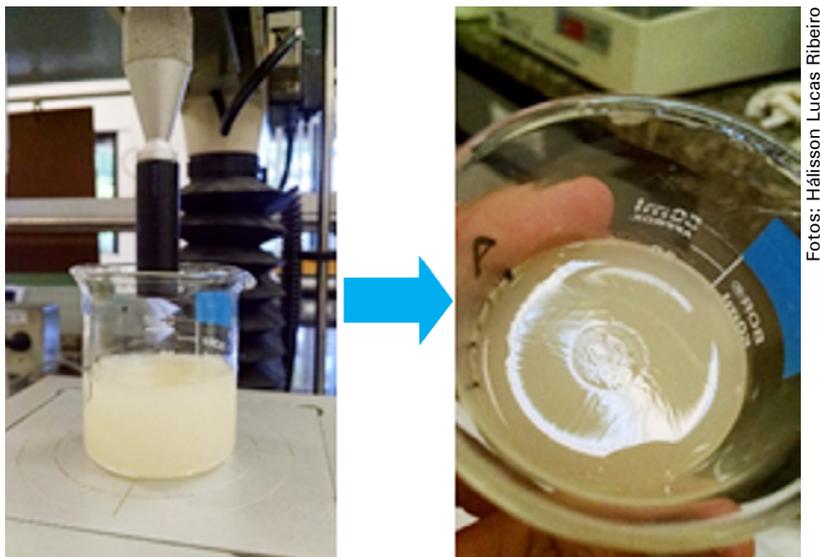
A análise térmica calorimétrica foi realizada em calorímetro diferencial de varredura (DSC) modelo Q20 V24.9 Build 12, MARCA DP-UNION. As condições de análise foram: gás nitrogênio com vazão de 50 mL/min, com taxa de aquecimento de 1 °C/min, temperatura de equilíbrio de 10 °C, temperatura final de 250 °C, massa de amostra de 2,4 mg. Foi utilizado cadinho de alumínio selado. Utilizou-se o software OriginPro 8 para tabulação dos dados obtidos. Os espectros na região do infravermelho foram obtidos para a gelatina na região de 400 a 4.000 cm⁻¹, no modo de pastilha de brometo de potássio. Utilizou-se o software OriginPro 8 para tabulação dos dados obtidos.

Para a análise de MEV, as amostras de gelatina foram fixada em stubs, com o auxílio de fita adesiva condutora, e recobertas com ouro em metalizadora Emitech. Por fim, foram levadas ao MEV TESCAN, modelo LUM – VEGA 3, sob uma voltagem de aceleração de 15 KV, para visualização e obtenção das imagens.

Resultados e Discussão

O valor médio do rendimento de extração em escala piloto foi de 17,50%, próximo ao obtido em escala de bancada (16,99%) por Catunda (2015). O rendimento está relacionado à fonte de extração, assim como o tipo de processamento empregado na obtenção do produto final.

A análise de força de gel (Figura 3) indicou um valor médio de 590,36 g ou 590 Bloom. O valor obtido apresentou variações comparado ao de Souza Filho et al. (2012), que obteve 181 Bloom, e inferior ao de Catunda (2015), que obteve 705 Bloom. Gelatinas com força de gel acima de 300 são consideradas gelatinas com alto Bloom (GELATIN MANUFACTURERS INSTITUTE OF AMERICA, 2013). Vale ressaltar que a metodologia, o tempo, a temperatura e os pré-tratamentos utilizados pelos autores foram diferentes. De acordo com Kasankala et al. (2007), fatores como massa molar, concentração da gelatina, tempo e temperatura de maturação do gel e pH afetam a propriedade de força de gel.



Fotos: Hálisson Lucas Ribeiro

Figura 3. Análise de força de Gel da gelatina de tilápia.

Observou-se grande semelhança no resultado obtido para a curva da análise termogravimétrica (Figura 4) em escala de bancada realizado por Souza Filho et al. (2012). A primeira perda de massa em 80 °C é decorrente de perda de água. A degradação térmica da gelatina apresenta uma segunda perda de massa em 332 °C, que está relacionada à perda de constituintes proteicos. Correia et al. (2013) consideraram que a perda de massa até 175 °C pode ser referente à perda de água existente sob diferentes formas na gelatina, como a água associada ao interior ou da superfície da tripla hélice, por meio das ligações de hidrogênio, ou até mesmo água situada entre as camadas de proteínas

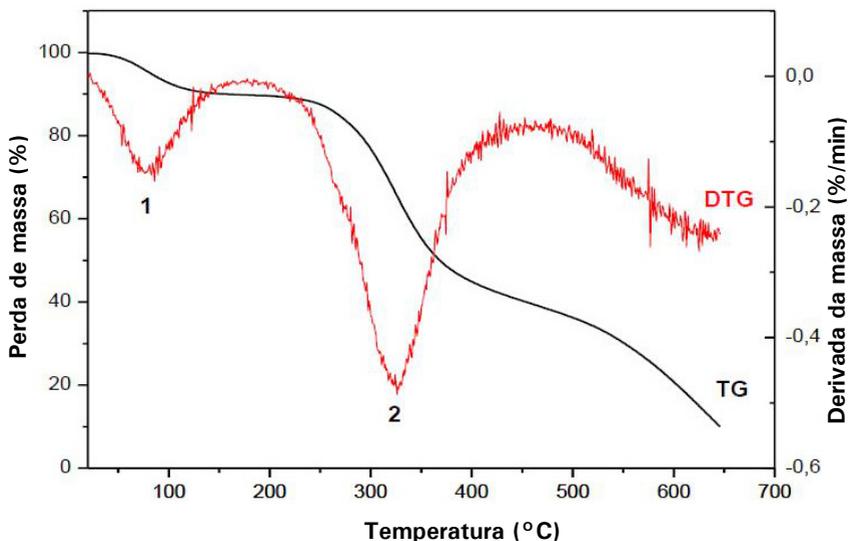


Figura 4. Curva da análise termogravimétrica (TGA) e sua derivada (DTG) da gelatina.

Na Figura 5, observa-se a curva de DSC da gelatina extraída da pele da tilápia.

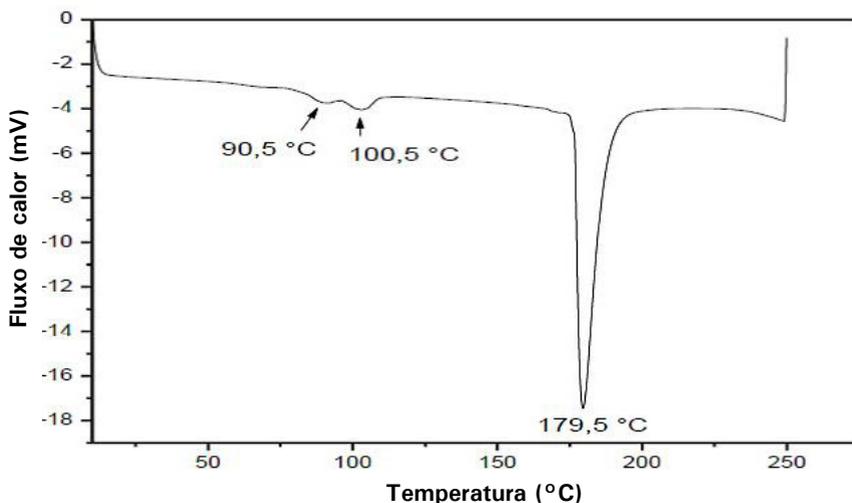


Figura 5. Curva de DSC da gelatina da pele de tilápia.

Os dois primeiros picos, em 90,5 °C e 100,5 °C, que podem ser visualizados na curva obtida na análise de calorimetria exploratória diferencial (Figura 5), estão relacionados com a perda de água. Já o terceiro pico, em 179,5 °C, indica evento endotérmico referente à degradação proteica, ou seja, a transição da tripla hélice da estrutura proteica. Além disso, este evento confirma que a gelatina apresenta uma boa estabilidade térmica em temperaturas menores que 175 °C.

O comportamento térmico apresentado é importante para uma previsão das características térmicas em possíveis aplicações e obtenção de materiais.

Na Figura 6, observa-se o FTIR da gelatina extraída da pele de tilápia.

O espectro de infravermelho (Figura 6) apresenta as principais bandas características para a gelatina. Em 3.297 cm^{-1} , ocorre estiramento

de O-H da amida A e, em 2.935 cm^{-1} , estiramento da ligação C-H. Segundo Rodrigues (2015), a amida A de gelatinas extraídas a altas temperaturas aparece com uma banda em 2.930 cm^{-1} , referente ao estiramento CH_2 , denominado, por convenção, amida B.

As bandas em 1.630 cm^{-1} , 1.540 cm^{-1} e 1.230 cm^{-1} são típicas de amida I, II e III, respectivamente. Elas indicam estiramentos da ligação dupla de C=O de formações peptídicas e também em ligações de C=N da amida I (MARTINS, 2015). Ocorrem, em 1.540 cm^{-1} , deformações da ligação N-H da amida II. E a banda de menor intensidade em 1.230 cm^{-1} de amida III pode indicar desordem das moléculas de gelatina, sendo mais provavelmente associada à perda de estado hélice tripla.

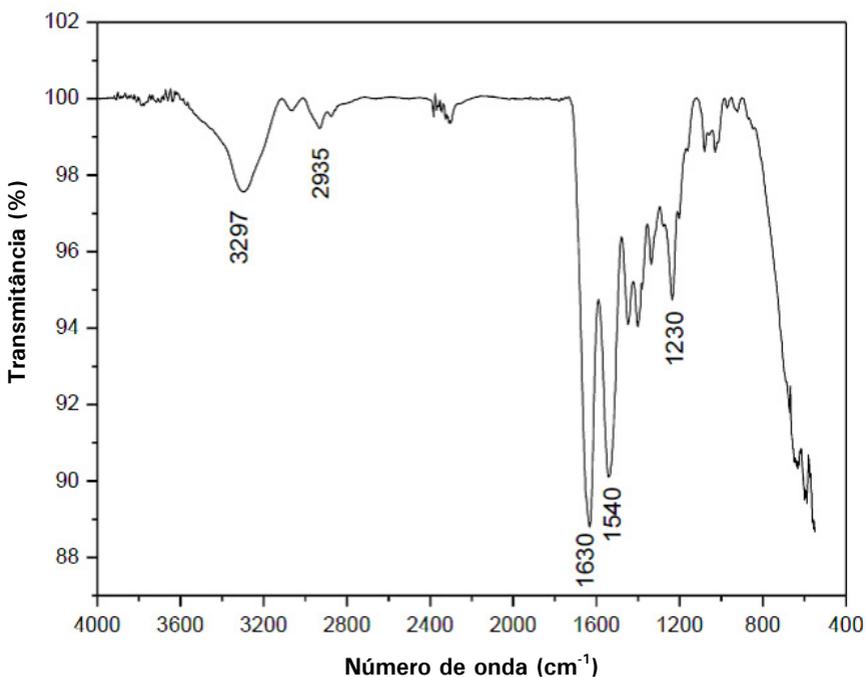


Figura 6. FTIR da gelatina da pele de tilápia.

As micrografias das gelatinas (Figura 7) revelam uma morfologia rugosa e ondulada. Assim, como nos resultados obtidos em escala de bancada por Souza Filho et al. (2012), as micrografias também apresentam estruturas lamelares.

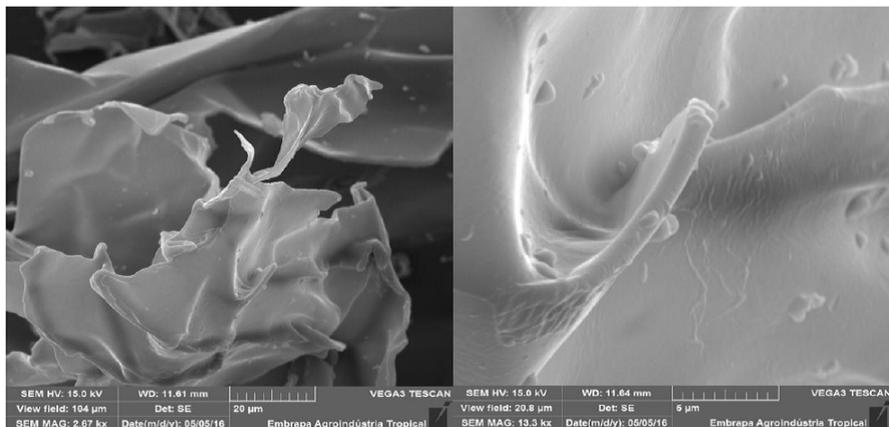


Figura 7. Microscopia eletrônica de varredura da gelatina de pele de tilápia.

Conclusão

Pode-se concluir que foi possível a obtenção de gelatina a partir da pele de tilápia em escala piloto e que as características foram mantidas em comparação com a gelatina obtida em escala de bancada. Apresentou alta força de gel e bom rendimento mesmo com o aumento da escala do processo, não interferindo nessas duas propriedades importantes de qualidade da gelatina.

Referências

ALFARO, A. T.; SILVA, E. F. Propriedades reológicas da gelatina obtida a partir de pele de tilápia Rheological properties of gelatin from skin of tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 4, p. 555–561, 2010.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA PESCA E AQUICULTURA. 2014. Disponível em: <http://formsus.datasus.gov.br/novoimgarq/16061/2489520_218117.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2016.

CATUNDA, L. G. S. **Otimização da obtenção de gelatina a partir da pele residual de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2015. 49 f. Monografia (Bacharelado em Química do Departamento de Química Analítica e Físico-Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CORREIA, D. M.; PADRÃO, J.; RODRIGUES, L. R.; DOURADO, F.; LANCEROS-MÉNDEZ, S.; SENCADAS, V. Thermal and hydrolytic degradation of electrospun fish gelatin membranes. **Polymer Testing**, v. 32, n. 5, p. 995-1000, 2013.

COSTA, S. R.; SOUZA, P. A. R. O impacto dos resíduos de pescado: o caso da “Feira do Bagaço” no município de Parintins no Amazonas. **DELLOS Revista Desarrollo Local Sostenible**, v. 5, n. 14, p. 1-11, 2012.

FELTES, M. M. C.; CORREIA, J. F. G.; BEIRÃO, L. H.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L.; SPILLER, V. R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 669–677, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n6/a14v14n6.pdf>> Acesso em: 03 ago.2016.

FELTES, M. M. C.; PITOL, L. O.; CORREIA, J. F. G.; GRIMALDI, R.; BLOCK, J. M.; NINOW, J. L. Incorporation of medium chain fatty acids into fish oil triglycerides by chemical and enzymatic in-teresterification. **Grasas y Aceites**, v. 60, n. 2, p. 168-176, 2009.

GELATIN MANUFACTURERS INSTITUTE OF AMERICA. **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: 19 ago. 2016.

KASANKALA, L.M. et al. Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Catenopharyngodon idella*) fish by response surface methodology. **Bioresource Technology**, v.98, n.17, p.3338-3343, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852406001465>>. Acesso em: 13 set. 2016.

MARTINS, M. E. O. **Extração, caracterização e aplicação da gelatina obtida da escama de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS,1758)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Departamento de Engenharia de Pesca. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MORAIS, J. P. S.; CLAUDINO, R. L.; FIGUEIREDO, M. C. B. de; SAMPAIO, A. P. C.; MELO, E. F. de; SOUZA FILHO, M. de S. M. de; RODRIGUES, M. do L. L.; FIGUEIREDO, G. I.; ROSA, M. de F. **Balanco de massa na obtenção de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 12 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 164). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103036/1/DOC13010.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

OECD-FAO. **Agricultural Outlook 2015-2024**. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

PIRES, D. R.; MORAIS, A. C. N.; COSTA, J. F.; GOES, L. C. D. S. A.; OLIVEIRA, G. M. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: aplicação e viabilidade. **Revista Verde**, v. 9, n. 5, p. 34-46, 2014.

RODRIGUES, M. L. L. **Gelatina de pele de tilapia: alternativa para obtenção de filmes com propriedade antimicrobiana por incorporação de nanopartículas de prata**. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SCHRIEBER, R.; GAREIS, H. **Gelatine Handbook: theory and industrial practice**. Weinheim: Wiley-VCH GmbH & Co, 2007.

SEIBEL, N. F.; SOARES, L. A. de S. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.333-337, 2003.

SOUZA FILHO, M. de S. 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 Agroindústria Tropical, 2012. 19 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 64). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/79874/1/Obtencao-e-Characterizacao.pdf>>. Acesso em: 16 ago.2016.



Agroindústria Tropical



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

