

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/274681937>

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

Article in *BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY* · March 2011

DOI: 10.4260/BJFT2011140100009

CITATIONS

18

READS

981

5 authors, including:



Izabela Dutra Alvim

Instituto de Tecnologia de Alimentos

66 PUBLICATIONS 1,619 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Maria Célia Portella

São Paulo State University

81 PUBLICATIONS 1,431 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Carlos Raimundo Ferreira Grosso

Federal University of Technology - Paraná/Brazil (UTFPR)

101 PUBLICATIONS 6,355 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Microencapsulation using ionic gelation plus electrostatic interactions [View project](#)



Intracohort cannibalism in South American native fish species: biological mechanisms and implications to aquaculture [View project](#)

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

Production of tilapia skin gelatin and its use in the production of micro-particles containing salmon oil

Autores | Authors

Camila Marques BUENO

Universidade Estadual de Campinas
(Unicamp)
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Alimentos e Nutrição
e-mail: mila_marques03@yahoo.com.br

Izabela Dutra ALVIM

Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)
Centro de Tecnologia de Cereais e
Chocolates
e-mail: izabela@ital.sp.gov.br

Teresa Cristina Ribeiro Dias KOBBERSTEIN

Maria Célia PORTELLA

Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Centro de Aquicultura
e-mail: crisdias@caunesp.unesp.br
portella@caunesp.unesp.br

✉ Carlos GROSSO

Universidade Estadual de Campinas
(Unicamp)
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Departamento de Alimentos e Nutrição
Caixa Postal: 6121
CEP: 13083-862
Campinas/SP - Brasil
e-mail: grosso@fea.unicamp.br

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 30/09/2009
Aprovado | Approved: 18/11/2010

Resumo

O objetivo deste trabalho foi extrair e caracterizar gelatina da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e utilizá-la como um substituto de gelatina de mamíferos, na formação de micropartículas por coacervação complexa. A gelatina e a goma arábica foram utilizadas como materiais de parede e óleo de salmão, como material de recheio. A gelatina de pele foi obtida por extração ácida e comparada com gelatina suína quanto aos aspectos: força de gel (*Bloom*); dureza por análise do perfil de textura (APT); ponto de fusão; distribuição de massa molar; composição centesimal; morfologia das partículas; diâmetro médio de partícula, e eficiência de encapsulação. Maior valor de dureza (APT) foi obtido para gelatina suína, 886,4 g, em relação à gelatina de peixe, 794,4 g, porém sem diferença significativa ($p > 0,05$). A gelatina suína apresentou ponto de fusão maior (27,5 °C) que a gelatina de peixe (24,0 °C). Os diâmetros médios das micropartículas foram 99,0 µm e 103,8 µm e as eficiências de encapsulação, 72,4 ± 10,6% e 69,9 ± 3,9%, quando gelatina suína e gelatina de peixe foram utilizadas, respectivamente. A utilização de óleo de salmão e gelatina de peixe manteve a morfologia das micropartículas, que apresentam esfericidade característica e integridade das paredes, mesmo após secagem e reidratação.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*; Gelatina de pele de peixe; Óleo de salmão; Microencapsulação; Coacervação complexa.

Summary

The objective of this work was to extract and characterize gelatin from tilapia skin (*Oreochromis niloticus*) and use it as a substitute for mammalian gelatins in the production of micro-particles by complex coacervation. The gelatin and gum Arabic were used as the wall material and salmon oil as the core material. Tilapia skin gelatin was obtained by acid extraction and compared with pig gelatin, evaluating the gel strength (*Bloom*), hardness according to the texture profile analysis (TPA), melting point, molecular weight distribution, proximate composition, morphology, mean particle diameter and encapsulation efficiency. The pig gelatin showed the highest values for hardness (886.4 g) and melting point (27.5 °C) as compared to the fish gelatin with 794.4 g and 24.0 °C, respectively, but without significant difference ($p > 0.05$). The mean diameters of the microparticles were 99.0 µm and 103.8 µm with encapsulation efficiencies of 72.4 ± 10.6% and 69.9 ± 3.9% for the pig gelatin and fish gelatin, respectively. The use of salmon oil and fish gelatin did not change the morphology of the micro-particles, which maintained their spherical format and wall integrity even after drying and rehydration.

Key words: *Oreochromis niloticus*; Fish skin gelatin; Salmon oil; Microencapsulation; Complex coacervation.

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

BUENO, C. M. et al.

1 Introdução

A aquicultura comercial brasileira é variada, porém o maior volume de cultivo e comercialização é realizado com um pequeno número de espécies. No setor de piscicultura, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie mais cultivada no Brasil, apresentando vantagens para seu cultivo, incluindo grande capacidade de adequar-se a vários sistemas de produção, robustez, rápido crescimento, fácil reprodução e carne de excelente sabor (FITZSIMMONS, 2000).

Uma quantidade significativa de resíduos orgânicos é gerada nas diferentes etapas da cadeia produtiva da piscicultura, principalmente devido à percentagem elevada dos resíduos após filetagem, que se apresenta como um problema para o produtor ou para o abatedouro. No caso da tilápia, o rendimento médio em filé é de aproximadamente 30%, enquanto os resíduos representam 70%, distribuídos em cabeça (14%), carcaça (35%), vísceras (10%), pele (10%) e escamas (1%) (VIDOTTI e GONÇALVES, 2006). Segundo os autores, estes resíduos podem ser aproveitados para a produção de outros subprodutos, reduzindo o impacto ambiental dessa atividade. A pele do pescado pode ser retirada para produção de gelatina e pode representar uma alternativa de aproveitamento comercial dos resíduos da piscicultura.

Um dos principais inconvenientes da gelatina de peixe é a formação de géis, com propriedades reológicas inferiores àquelas obtidas com gelatinas convencionais de mamíferos. Entretanto, ao contrário das gelatinas de mamíferos, a quantidade de informações sobre as propriedades das gelatinas de pele de peixes é pequena e necessita ser ampliada, visando a aumentar sua utilização (GUDMUNDSSON, 2002). Além da possibilidade de uso da gelatina de peixe na fabricação de sobremesas, de filmes para produção de embalagens biodegradáveis e de cápsulas, esta pode também ser utilizada como material de parede na produção de micropartículas, com diferentes aplicações (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2002; ZHOU e REGENSTEIN, 2007).

A microencapsulação consiste no revestimento de um material de recheio que funcione como uma barreira entre o recheio e o ambiente, evitando perdas ou reações indesejáveis. Outra função importante da micropartícula é possibilitar a liberação controlada da substância encapsulada no momento e no local desejados (SHAHIDI e HAN, 1993). A coacervação complexa é um fenômeno físico-químico, no qual ocorre uma separação espontânea de fases. Este fenômeno pode ocorrer por interações eletrostáticas entre dois polímeros com cargas opostas em solução, sendo eficiente na encapsulação de compostos hidrofóbicos, com reduzida solubilidade em água (De KRUIF et al., 2004).

Óleos provenientes de peixes representam uma fonte importante de suprimento de ácidos graxos essenciais poli-insaturados ω -3. Estes compostos apresentam, porém, alta susceptibilidade à oxidação, além de sabor e odor acentuados, o que restringe sua aceitação (MÁRQUEZ-RUIZ et al., 2000). Para contornar esses problemas, várias estratégias de microencapsulação estão sendo testadas (DRUSCH, 2006).

Neste trabalho, a gelatina de peixe foi extraída de pele de tilápia e caracterizada quanto a sua composição, propriedades físico-químicas e reológicas. Posteriormente, o produto foi empregado como um polímero, juntamente com goma arábica, na produção de micropartículas contendo óleo de salmão, por coacervação complexa. As micropartículas foram caracterizadas quanto a morfologia, tamanho médio e distribuição de tamanho.

2 Material e métodos

2.1 Material

Os seguintes materiais foram utilizados: gelatina extraída da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*); goma arábica (IRX49345, CNI); gelatina suína tipo A (240P/6, Gelita South America); óleo de salmão (DDK Comércio Importação e Exportação Ltda.), e demais reagentes de grau analítico.

2.2 Produção e caracterização da gelatina de pele de tilápia

A extração da gelatina de pele de tilápia foi feita de acordo com a metodologia descrita por Montero e Gómez-Guillén (2000) com adaptações. As peles foram obtidas por filetagem manual em câmara fria (6 °C) e mantidas em freezer (-18 °C) por duas semanas. Previamente ao procedimento de extração da gelatina, foi feita uma lavagem das peles com água corrente em abundância. Após a limpeza, as peles foram imersas em solução de NaCl (0,8 M) por 10 min, utilizando-se uma relação 1:6 (peso de pele/peso de solução), com posterior enxágue. Este procedimento foi repetido três vezes e o excesso de água foi removido. As peles lavadas foram mantidas em imersão em solução de hidróxido de sódio (0,2 M) por 30 min, sendo enxaguadas em seguida. Este procedimento também foi repetido por três vezes. Logo após, as peles foram imersas em solução de ácido acético (0,05 M), utilizando uma relação 1:10 (peso de pele/peso de solução) à temperatura ambiente por três horas e, depois, enxaguadas com água corrente. Posteriormente, permaneceram por 12 h a 50 °C sob agitação lenta em água destilada, em tacho aberto encamisado. Em seguida, a mistura foi filtrada em algodão. O filtrado,

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

BUENO, C. M. et al.

distribuído em bandejas plásticas, foi seco a 50 °C, em estufa com circulação forçada de ar. Finalmente, a gelatina seca foi moída em multiprocessador, peneirada (Mesh < 0,59 mm) e armazenada a -18 °C. As diversas fases envolvidas no processo de extração foram ajustadas por meio de ensaios preliminares. O rendimento mássico na produção de gelatina foi calculado considerando-se o peso úmido da pele de tilápia fresca.

Os teores de umidade (Método n° 925.09), proteína (Método n° 955.04) e cinzas (Método n°. 900.02) foram determinados em triplicata na pele utilizada para a produção da gelatina e nas gelatinas de peixe e suína (HORWITZ, 2006), enquanto os lipídios foram determinados, também em triplicata, por extração e evaporação com mistura de solventes (BLIGH e DYER, 1959). Para a determinação do teor de proteína, foi utilizado o fator 5,55 e a distribuição de massa molar foi avaliada por meio de eletroforese em gel de poliácridamida, SDS-PAGE (LAEMMLI, 1970). O ponto de fusão das gelatinas foi determinado de acordo com Choi e Regenstein (2000). O método *Bloom* foi utilizado para a determinação da dureza (CHOI e REGENSTEIN, 2000) a partir de soluções de gelatina a 6,67% (p/p), em texturômetro TAXT2 (SMS), utilizando-se *probe* modelo P 0.5 com os ajustes de 0.5 mm.s⁻¹ de velocidade de penetração e distância de penetração de 4 mm a partir da superfície. Para a determinação da dureza APT, foi utilizada a mesma preparação das amostras, sendo adotados os valores de 2 mm.s⁻¹ de velocidade de penetração e distância de penetração de 60% da altura total da amostra (3 cm). Para as determinações de dureza e da temperatura de fusão, cada amostra foi analisada em cinco repetições.

2.3 Produção e caracterização das micropartículas

As micropartículas foram produzidas por coacervação complexa segundo Thies (1995), conforme descrito no fluxograma da Figura 1. As micropartículas úmidas foram congeladas lentamente e liofilizadas (501, Edwards Pirani).

A eficiência de encapsulação (%EE) foi calculada como a quantidade de óleo encapsulado por grama de cápsula, em relação ao óleo utilizado inicialmente no sistema a ser encapsulado, e expressa em porcentagem. As micropartículas úmidas foram rompidas adicionando-se uma solução de dodecil sulfato de sódio (SDS, 0,5%) na proporção de 1:2, micropartículas: SDS (m/v). A mistura foi mantida sob aquecimento por 20 min (85 °C) e a quantidade de óleo determinada gravimetricamente em triplicata, após evaporação do solvente (BLIGH e DYER, 1959). A determinação do tamanho médio das partículas úmidas ou reidratadas em água destilada por 30 min foi feita por microscopia ótica, com captação de imagens e utilização do programa Scion Image (www.

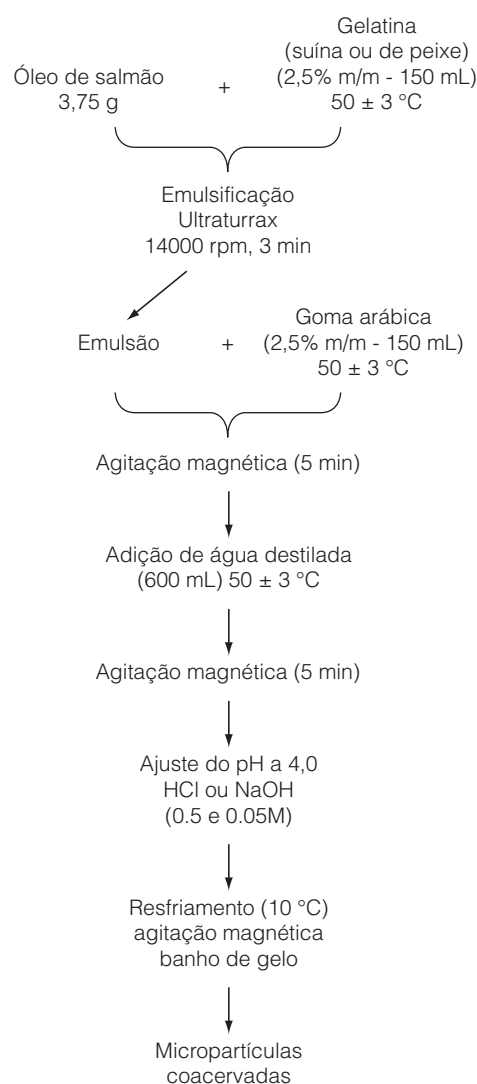


Figura 1. Fluxograma de preparação de micropartículas por coacervação complexa.

sciocorp.com). Foram medidas trezentas partículas por amostra analisada. A distribuição de tamanho das micropartículas foi obtida através da construção de histogramas. A morfologia das micropartículas foi avaliada por microscopia ótica (MO) e, para as micropartículas desidratadas, por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foi utilizado um microscópio ótico (E800, Nikon) munido de software Image Pro Plus 4.0 para obtenção das imagens em meio aquoso. Para o MEV, amostras desidratadas foram fixadas em fita adesiva metálica e recobertas por uma fina camada de ouro em um evaporador Balzer (SCD50 Baltec) por 180 s, 40 mA. Observações por MEV (T300, Jeol) foram feitas com aceleração da voltagem de 10 kV.

2.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se o software Statistica 6.0 for Windows

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

BUENO, C. M. et al.

(STATSOFT, INC, 2001) e as diferenças entre médias determinadas pelo teste múltiplo de Tukey ($p < 0,05$) para comparar as durezas (APT e *Bloom*) dos géis obtidos com a gelatina de peixe e a gelatina suína.

3 Resultados e discussão

3.1 Gelatina de pele de tilápia

O rendimento da extração de gelatina foi de 18,3% (gramas de gelatina em pó por 100 g de pele úmida), semelhante ao valor de 18,1% descrito por Songchotikunpan et al. (2008) para a mesma matéria-prima. O rendimento pode variar com o método de extração empregado e com a idade e a espécie do peixe utilizado (MUYONGA et al., 2004; JONGIAREONRAK et al., 2006). Rendimentos de gelatina extraída da pele de diferentes espécies de peixes variando entre 5,5 e 21% foram obtidos anteriormente (GIMENÉZ et al., 2005; JAMILAH e HARVINDER, 2002). A gelatina obtida apresentou cor amarelada, sendo esta menos intensa que a da gelatina suína utilizada como referência.

A composição centesimal obtida para a pele fresca de tilápia do Nilo esta apresentada na Tabela 1. Os conteúdos de umidade, de minerais, de lipídios e de proteínas da pele de tilápia do Nilo foram próximos aos valores descritos anteriormente na literatura (SONGCHOTIKUNPAN et al., 2008; SOUZA, 2003).

No perfil eletroforético, correspondente à gelatina de peixe (Figura 2, coluna 3), é possível observar cinco bandas na distribuição de massa molar (212, 170, 116, 76 e 53 KDa). A banda 3 (Figura 2), correspondente a 116 KDa, apresenta maior intensidade. Correspondências de bandas às cadeias α_1 e α_2 do colágeno foram indicadas no eletroforetograma (Figura 2). A gelatina suína comercial (Figura 2, coluna 2) apresentou um padrão difuso de massas molares em decorrência provavelmente do processo mais drástico de extração utilizado comercialmente, além de uma fração proteica de alta massa molar observada ao final do gel de empacotamento e início do gel de separação. A gelatina de peixe apresentou menor quantidade de polímeros com menores massas molares. Giménez et al. (2005)

Tabela 1. Composição centesimal de pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), gelatina suína comercial e gelatina de tilápia.

Conteúdo (%)	Pele (tilápia)	Gelatina de peixe	Gelatina suína
Umidade	68,0 ± 0,9	9,3 ± 0,1	10,5 ± 0,3
Proteína	28,5 ± 1,8	88,9 ± 0,4	90,0 ± 1,0
Lipídios	2,4 ± 0,4	0,3 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Cinzas	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Total	100,8	100,4	100,3

observaram que o emprego de sais, principalmente de cloretos, na etapa de lavagem das peles submetidas à extração de gelatina, provoca a abertura da estrutura do colágeno, facilitando a interação do mesmo com o ácido utilizado em seguida, aumentando, assim, a extração de polímeros de maior massa molar. Neste trabalho, foi utilizado cloreto de sódio com o mesmo propósito, o que permitiu a obtenção de gelatina com maior massa molar em relação à gelatina suína, conforme pode ser observado no eletroforetograma (Figura 2).

A presença de bandas de maior massa molar e um perfil eletroforético não difuso presentes na gelatina de peixe indicam que as condições de manuseio da matéria-prima e as condições de processamento escolhidas foram aceitáveis para a produção da gelatina. A presença de frações proteicas de maior massa molar é uma das hipóteses utilizadas para justificar as melhores características viscoelásticas apresentadas por gelatinas de mamíferos (GUDMUSON, 2002).

A temperatura de fusão da gelatina de pele de peixe pode sofrer variações em função de muitos fatores, incluindo o método de preservação das peles, condições de extração da gelatina, origem da mesma, composição em aminoácidos, distribuição de massa molar, proporção entre cadeias α_1 e α_2 , entre outros. As temperaturas de fusão da gelatina de peixe e suína utilizada como controle, estão apresentadas na Tabela 2. A faixa de temperatura de fusão obtida para a gelatina da pele de tilápia (24 a 26 °C) foi muito próxima às observadas na literatura para gelatina obtida da mesma matéria-prima. Gudmundsson (2002) obteve uma temperatura de fusão para gelatina de tilápia de 25,8 °C, enquanto Jamilah e Harvinder (2002)

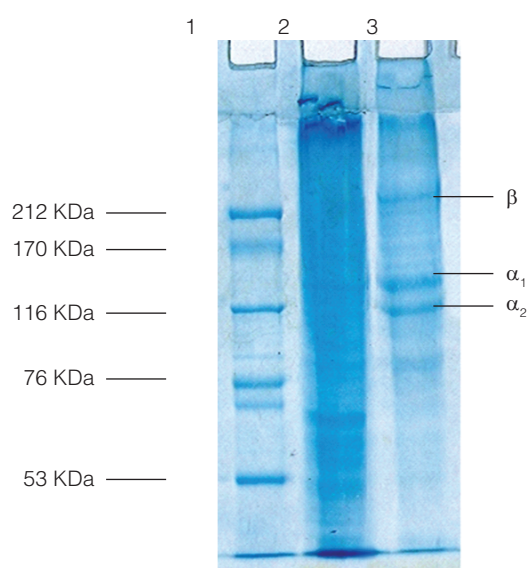


Figura 2. Perfil eletroforético (SDS-PAGE): Padrão de proteínas de baixa massa molar (17-0446-01, Amershan Pharmacia Biotech Ltda) (1); Gelatina suína comercial (2); Gelatina de peixe (3).

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

BUENO, C. M. et al.

Tabela 2. Temperaturas de fusão, dureza APT e *Bloom* da gelatina suína e da gelatina de peixe expressas como média e respectivo desvio padrão.

Parâmetros físicos	Gelatina suína	Gelatina de peixe
T. inicial / T. final (°C)	27,5/29,5	24,0/26,0
Dureza APT (g)	886,4 ± 148,7 ^{(1)a}	794,4 ± 64,1 ^a
<i>Bloom</i> (g)	192,3 ± 2,9 ^a	202,8 ± 3,7 ^b

⁽¹⁾Letras iguais na mesma linha indicam medias sem diferenças significativas ($p > 0.05$).

obtiveram pontos de fusão de gelatinas de *Oreochromis mossambicus* e *Oreochromis nilotica* de 22,4 e 28,9 °C, respectivamente. As gelatinas de peixes tropicais se caracterizam por apresentar melhores propriedades físicas que as gelatinas de peixes de águas frias e possuem propriedades mais similares às gelatinas de mamíferos devido à quantidade dos aminoácidos prolina e de hidroxiprolina presentes na gelatina. Quanto maior o conteúdo de prolina e de hidroxiprolina na gelatina, maior será a propensão para a formação de hélices mais compactadas, resultando em maiores temperaturas de fusão e melhores propriedades viscoelásticas (HAUG et al., 2004).

De acordo com Holzer (1996), a força de gel de uma gelatina comercial, expressa como valor *Bloom*, varia de 100-300 g, sendo desejável que possua um valor entre 250 e 260 g. Geralmente, quanto maiores os valores de força de gel, melhor a qualidade da gelatina. Os valores médios da força de gel e respectivos desvios padrão, para gelatina suína e de peixe, estão apresentados na Tabela 2. Quando a força do gel é expressa como *Bloom*, os valores obtidos são muito próximos, 192,2 e 202,7 g, para gelatina suína e de peixe, respectivamente (Tabela 2). Embora muito próximos, os valores das médias foram estatisticamente diferentes ($p < 0.05$). O valor observado para a gelatina de peixe expresso como *Bloom* é inferior aos valores obtidos na literatura para a gelatina de tilápia, que variaram de 263 a 328 g (GROSSMAN e BERGMAN, 1992; SONGCHOTIKUNPAN et al. 2008). Quando a força do gel é determinada como dureza APT, maior valor foi observado para gelatina suína, atingindo 886,4 g, enquanto que para gelatina de peixe a dureza média medida foi de 794,4 g; no entanto, estas médias não apresentaram diferenças entre si ($p > 0.05$) devido ao alto desvio padrão observado entre as repetições. Diferenças mais acentuadas para a medida de textura APT, em relação à medida *Bloom*, devem-se ao fato de que a dureza medida pela análise do perfil de textura produz uma percentagem de deformação muito maior que a produzida pela medida *Bloom*, sendo mais próxima à percepção sensorial. Entretanto, a variabilidade entre as determinações no caso da medida ATP necessita ser diminuída, tentativamente aumentando-se o número de replicações.

3.2 Micropartículas obtidas a partir de gelatina de pele de tilápia

As condições estequiométricas, de temperatura e de pH utilizadas na produção das micropartículas foram otimizadas anteriormente (ALVIM, 2005). As micropartículas foram insolúveis em água e seus teores de umidade foram altos, obtendo-se valores de 83,5 ± 0,9% para micropartículas contendo gelatina suína e 83,0 ± 3,9% para micropartículas obtidas quando gelatina de peixe foi utilizada, sem diferenças significativas ($p > 0.05$). As eficiências de encapsulação (EE%) obtidas para as micropartículas produzidas com gelatina suína e de peixe foram de 72,4 ± 10,6% e 69,9 ± 3,9%, respectivamente; também, tais dados mostram-se sem diferenças significativas ($p > 0.05$), indicando que a origem da gelatina utilizada na formação da parede não interferiu na encapsulação do óleo de salmão. Micropartículas obtidas por coacervação complexa na encapsulação de ésteres insaturados de ácidos graxos poli-insaturados ω -3 apresentaram %EE em torno de 80% (LAMPRECHT et al., 2001), indicando que os valores obtidos no presente trabalho são promissores.

Os diâmetros médios e a distribuição de tamanho das micropartículas coacervadas úmidas, liofilizadas e reidratadas podem ser observados na Figura 3. Os diâmetros médios das partículas úmidas ou reidratadas variaram de 83,10 a 107,28 μ m, sem diferenças significativas ($p > 0.05$), uma vez que os desvios padrão obtidos foram altos, indicando que existe uma polidispersidade de tamanho no processo de produção ou, ainda, que o número de partículas medido deve ser aumentado. Essa variação reflete as condições de processo, incluindo condições de preparo da emulsão e velocidade de esfriamento, características físico-químicas dos materiais de parede, bem como a tensão superficial e o grau de hidrofobicidade do material de recheio utilizado. Diâmetros médios variando entre 39 até 680 μ m foram descritos na literatura para partículas obtidas por coacervação complexa (BUILDERS et al., 2008; PRATA et al., 2008).

As características morfológicas das partículas úmidas e das reidratadas mostraram que as partículas apresentaram formato esférico, aparentemente íntegras, e apresentaram distribuição do recheio multinucleada (Figura 3), independentemente do tipo de gelatina utilizado. A Figura 3 permite ainda observar que as partículas desidratadas submetidas à reidratação por 30 min mantiveram sua integridade. A morfologia das partículas, observada após a reidratação (Figura 3), indicou que o processo de secagem por liofilização foi suficientemente brando para permitir a manutenção da integridade após secagem e reidratação, com as partículas retomando a estrutura esférica observada nas amostras úmidas originais. A microscopia eletrônica de

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

BUENO, C. M. et al.

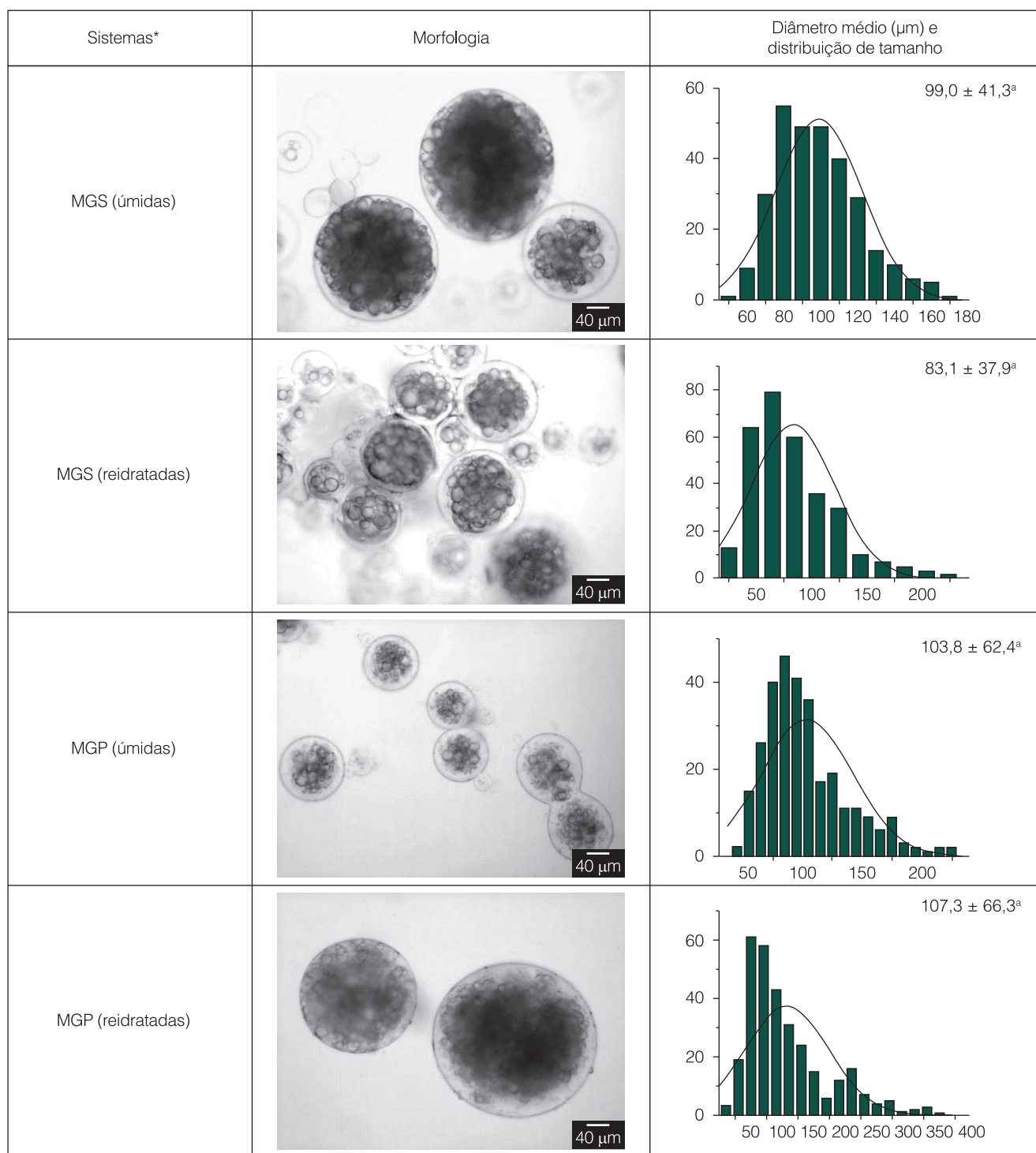


Figura 3. Morfologia por microscopia ótica, diâmetros médios (μm) e distribuição de tamanho das micropartículas coacervadas úmidas ou reidratadas após liofilização, contendo óleo de salmão como recheio. * MGS = micropartículas com parede formada por gelatina suína e goma arábica; MGP = micropartículas com parede formada por gelatina peixe e goma arábica. Média \pm desvio padrão. Nota: letras iguais na mesma coluna representam que não houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre as médias de diâmetro das amostras.

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

BUENO, C. M. et al.

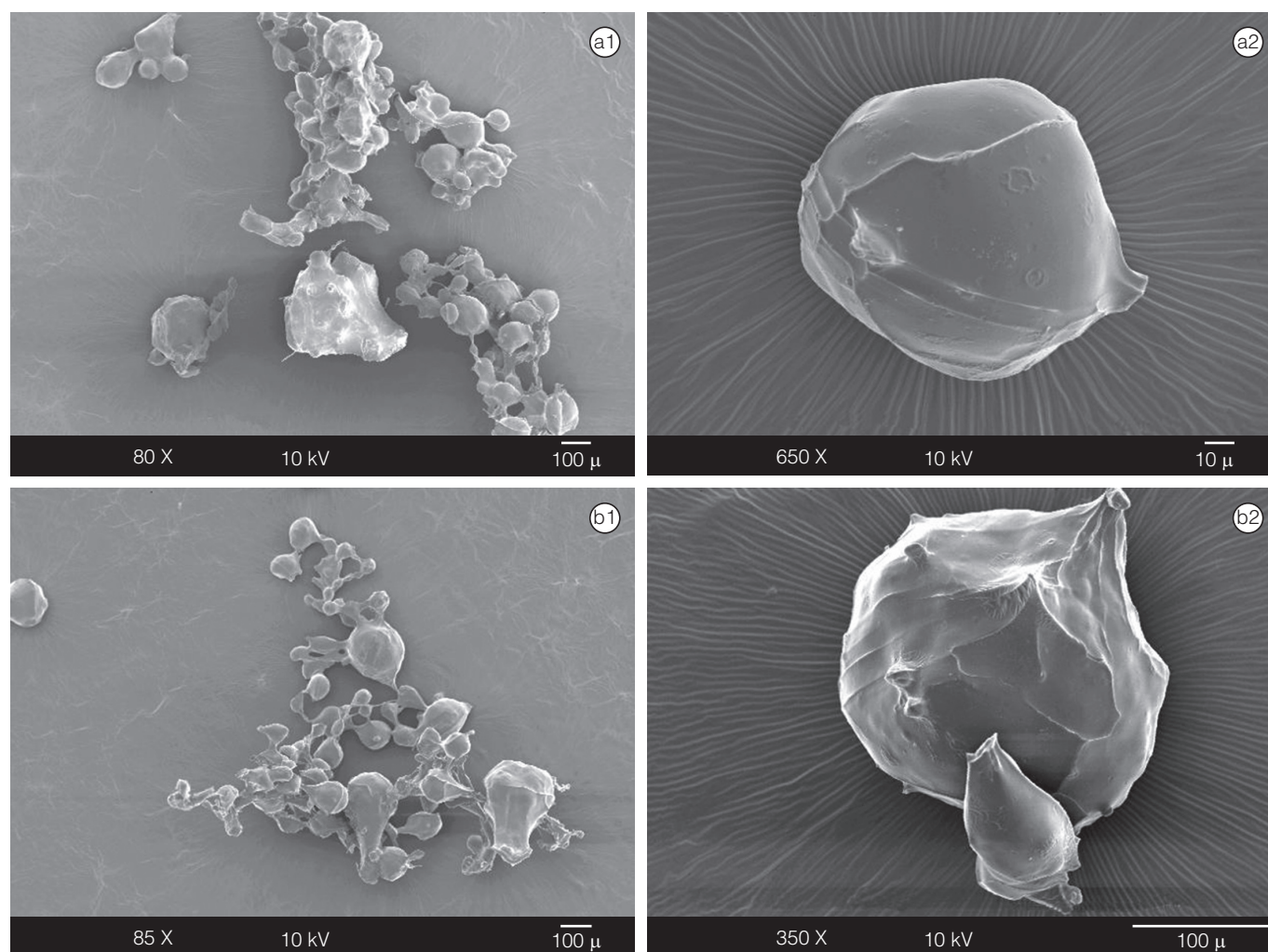


Figura 4. Imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura de micropartículas coacervadas liofilizadas. a) Micropartículas contendo parede formada por goma arábica e gelatina suína comercial (a1 barra = 100 μ m; a2 barra = 10 μ m); b) Micropartículas contendo parede formada por goma arábica e gelatina de peixe (b1 e b2: barra = 100 μ m).

varredura das micropartículas secas (Figura 4) mostrou que independentemente da gelatina utilizada para a formação da parede da micropartícula, a liofilização produziu partículas esféricas, com paredes contínuas, lisas, sem rachaduras ou porosidade aparentes, embora algumas estivessem conectadas entre si através de pontes sólidas.

4 Conclusões

O processo de obtenção da gelatina a partir da pele de tilápia apresentou um elevado rendimento mássico (18,3%, em gramas de gelatina em pó por 100 g de pele úmida), permitindo o aproveitamento de um subproduto usualmente descartado. A gelatina obtida apresentou teores de umidade, de lipídios e proteico semelhantes aos da gelatina suína, porém com teor de cinzas mais elevado, indicando que o processo de extração pode ser melhorado. A dureza do gel (APT) e o ponto de fusão foram inferiores para a gelatina de peixe

em relação à suína, conforme descrito na literatura. As micropartículas coacervadas obtidas com gelatina da pele de tilápia apresentaram diâmetro médio, distribuição de tamanho e morfologia semelhantes às obtidas quando a gelatina suína é utilizada. As micropartículas obtidas com gelatina de peixe ou com gelatina suína resistiram à secagem por liofilização e mantiveram a integridade após reidratação, indicando uma utilização potencial para a gelatina de peixe e para o aproveitamento da pele, em muitos casos, descartada.

Referências

ALVIM, I. A. **Produção e Caracterização de Micropartículas Obtidas Por Spray Drying e Coacervação Complexa e Seu Uso Para Alimentação de Larvas de Peixes**. 2005. 243 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição)–Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmãoBUENO, C. M. *et al.*

- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A. rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 46, n. 8, p. 31-37, 1959.
- BUILDERS, P. F.; KUNLE, O. O.; OKPAKU, L. C.; BUILDERS, M. I.; ATTAMA, A. A.; ADIKWU, M. U. Preparation and evaluation of mucinated sodium alginate microparticles for oral delivery of insulin. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, Oxford, v. 70, p. 777-783, 2008.
- CHOI, S. S.; REGENSTEIN, J. M. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 2, p. 194-199, 2000.
- DE KRUIF, C. G.; WEINBRECK, F.; VRIES, R. Complex coacervation of proteins and anionic polysaccharides. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, London, v. 9, n. 5, p. 340-349, 2004.
- DRUSCH, S.; SERFERT, Y.; SCHWARZ, K. Microencapsulation of fish n-octenylsuccinate-derivatised starch: Flow properties and oxidative stability. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 108, n. 6, p. 501-512.
- FITZSIMMONS, K. TILAPIA: The most important aquaculture species of the 21st Century. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TILAPIA AQUACULTURE, 5., 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: Ministry of Agriculture, 2000. p. 3-8.
- GIMÉNEZ, B.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; MONTERO, P. The role of salt of fish skins in chemical and rheological properties of gelatin extracted. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 951-957, 2005.
- GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; TURNAY, J.; FERNÁNDEZ-DIÁZ, 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**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 25-34, 2002.
- GROSSMAN, S.; BERGMAN, M. **Process For the Production of Gelatin From Fish Skins**. 1992. US Patent 5,093,472.
- GUDMUNDSSON, M. Rheological properties of fish gelatins. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 6, p. 2172-2176, 2002.
- HAUG, J. I.; DRAGET, I. K.; SMIDROD, O. Physical and rheological properties of fish gelatin compared to mammalian gelatin. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 203-213, 2004.
- HOLZER, D. **Gelatin Production**. 1996. US Patent 5,484,888.
- HORWITZ, W. (Ed.). **Official Methods of Analysis**. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2006.
- JAMILAH, B.; HARVINDER, K. G. Properties of gelatins from skins of fish – black tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and red tilapia (*Oreochromis nilotica*). **Food Chemistry**, Oxford, v. 77, n. 1, p. 81-84, 2002.
- JONGJAREONRAK, A.; BENJAKUL, S.; VISESSANGUAN, W.; TANAKA, M. Skin gelatin from bigeye snapper and brownstripe red snapper: chemical compositions and effect of microbial transglutaminase on gel properties. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 20, n. 8, p. 1216-1222, 2006.
- LAEMMLI, U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head bacteriophage. **Nature**, London, v. 227, n. 5259, p. 680-685, 1970.
- LAMPRECHT, A.; SCHÄFER, U. F.; LEHR, C. M. Influences of process parameters on preparation of microparticle used as a carrier system for ω -3 unsaturated fatty acid ethyl esters used in supplementary nutrition. **Journal of Microencapsulation**, London, v. 18, n. 3, p. 347-357, 2001.
- MARQUEZ-RUIZ, G.; VELASCO, J.; DOBARGANES, C. Evaluation of oxidation in dried microencapsulated fish oils by a combination of adsorption and size exclusion chromatography. **European Food Research and Technology**, New York, v. 211, n. 1, p. 13-18, 2000.
- MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Extracting conditions for Megrim (*Lepidorhombus boschii*) skin collagen affect functional properties of the resulting gelatin. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 3, p. 434-438, 2000.
- MUYONGA, J. H.; COLE, C. G. B.; DUODU, K. G. Extraction and physico-chemical characterization of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 18, n. 4, p. 581-592, 2004.
- PRATA, A. S.; ZANIN, M. H.; RÉ, M. I.; GROSSO, C. R. Release properties of chemical and enzymatic crosslinked gelatin-gum Arabic microparticles containing a fluorescent probe plus vetiver essential oil. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, Oxford, v. 67, p. 171-178, 2008.
- SHAHIDI, F.; HAN, X. Encapsulation of food ingredients. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, v. 33, n. 6, p. 501-547, 1993.
- SONGCHOTIKUNPAN, P.; TATTIYAKUL, J.; SUPAPHOL, P. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 247-255, 2008.
- SOUZA, M. L. R. **Processamento do Filé e da Pele da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Aspectos Tecnológicos, Composição Centesimal, Rendimento, Vida Útil do Filé Defumado e Testes de Resistência da Pele Curtida**. 2003. 169 f. Tese (Doutorado em Aqüicultura)-Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- STATSOFT, INC. **STATISTICA for Windows (Computer Program Manual, Analytical Software)**. Tulsa, OK, 2001.
- THIES, C. Complex Coacervation. In: THIES, C. (Ed.). **How to Make Microcapsules – Lecture and Laboratory Manual**. St. Louis: Thies Technology, 1995. Chap. 5, p. 1-43.

Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão

BUENO, C. M. et al.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e Caracterização de Silagem, Farinha e Óleo de Tilápia e Sua Utilização na Alimentação Animal**. Instituto de Pesca. Disponível em: <www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: 30 out. 2006.

ZHOU, P.; REGENSTEIN, J. M. Comparison gel desserts from fish skin and pork gelatins using instrumental measurements. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 72, n. 4, p. C196-C201, 2007.