



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE “ISINGLASS” DE BEXIGAS
NATATÓRIAS DE PEIXES

Leina Maria Herculano Maia

SÃO CRISTOVÃO - SE

Março/2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE “ISINGLASS” DE BEXIGAS
NATATÓRIAS DE PEIXES

Leina Maria Herculano Maia

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós - Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos como
requisito parcial à obtenção do título de
MESTRE EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Nunes

SÃO CRISTOVÃO - SE

Março/2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Maia, Leina Maria Herculano
M217e Elaboração e caracterização de “isinglass” de bexigas natatórias
de peixes / Leina Maria Herculano Maia ; orientadora Maria Lúcia
Nunes. – São Cristóvão, 2012.
65 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)
– Universidade Federal de Sergipe, 2012.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Gelatina de peixe. I. Nunes,
Maria Lúcia, orient. II. Título.

CDU 664.959



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE “ISINGLASS” DE BEXIGAS
NATATÓRIAS DE PEIXES

Autora: Leina Maria Herculano Maia

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Nunes

Banca Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Nunes
(Orientadora/ NUCTA – UFS)

Prof^a. Dr^a. Alessandra Almeida Castro
(Examinador Interno / NUCTA – UFS)

Prof. Dr. Ricardo Targino Moreira
(Examinador Externo / UFPb)

____/____/____

CURRICULUM VITAE

Leina Maria Herculano Maia graduada em Engenharia de Alimentos em 2008 pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ceará.

Em março de 2010 iniciou no Programa de Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de concentração ciência e tecnologia de alimentos, na linha de pesquisa de Ciência e Tecnologia de Carnes, Pescados e Derivados, em nível de mestrado, na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - Sergipe.

Submeteu-se, em março de 2012, à banca para defesa da Dissertação de Mestrado.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter estado ao meu lado em todos os momentos, principalmente, nas quedas da vida e que não permitiu que elas fossem definitivas.

À orientadora Maria Lúcia Nunes, que mesmo distante soube entender minha dificuldade. Obrigada pela orientação e dedicação para que este trabalho pudesse ser concluído.

A todos os professores do DTA, porém um agradecimento especial ao Professor Marcelo Carnellosi que contou sua história da época de mestrando e que serviu de inspiração para que eu continuasse lutando com alguns desencontros analíticos durante o trabalho.

À Professora Elizabeth Cunha que além de professora, foi amiga e que desde a minha época de graduação me estendeu a mão. Obrigada Professora, essa conquista também é sua.

Um agradecimento sincero aqueles que tornaram minha jornada aqui difícil, que tentaram atrapalhar, sem vocês eu não teria a consciência do que sou capaz. Devido a vocês, o sabor da minha vitória é mais gostosa.

As minhas amigas, Patricia Ziliotto, Juliana Krieger, Thaci (Boneca) por todos os dias, todos os almoços, todas as alegrias, todas as tristezas compartilhadas, vocês foram pra mim essenciais, obrigada a cada uma de vocês por tornarem meus dias aqui muito mais coloridos. À Carla Bery, Anita, Geanderson pelo apoio e incentivo durante esses dois anos. Vou sentir uma falta enorme de todos vocês.

Taaaaana, Tchaaaana, filha, fala o que pra ti?? Nada que eu possa aqui escrever, conseguirá de fato descrever o quanto te amo, você foi e é pra mim um presente que Deus me deu, nenhum “obrigada” pode te agradecer por tudo que vivi ao teu lado. Do momento que achei que você roubaria a casa (desculpa, tinha que falar kkk), das suas coroquices de velha, das inúmeras lágrimas, dos infinitos sorrisos, das confidências, dos momentos de embriaguez juntas e separadas (por duas paredes, kkk), por me salvar das baratas. Te levo comigo no coração, na alma, nas coroquices que aprendi, obrigada por me fazer quem sou hoje. Você é uma pessoa que me inspira. Amo você assim ó.....seeeeeeeeeempre!!

Aos meus amigos de Fortaleza, por sempre me receberem a cada mês de braços abertos e torcerem pelo meu sucesso.

À minha família, mãe, irmão, vó, primas, tias, tios. Sem a ajuda de vocês não teria conseguido. Ao meu cachorro, que embora não saiba (ou saiba), me fez querer voltar pra casa voando.

Por fim, ao Paulo César, que além de noivo, é meu amigo, meu namorado, meu pai, minha vida, te amo!! Moreco, obrigada por me incentivar sempre, por ter me ajudado a vir pra cá, obrigada por me dar forças quando eu quis até mesmo desistir de mim, desistir de continuar em Aracaju, obrigada por me ajudar a levantar em inúmeras quedas que tive aqui, obrigada por me amar e me fazer ver que a distância jamais nos afastaria. Obrigada por me ajudar na conclusão braçal e psicológica desse trabalho. Minha vida sem você não seria nada. Amo tu.

RESUMO

“Isinglass” é uma gelatina derivada de bexigas natatórias de peixes tropicais que é facilmente solúvel em ácidos orgânicos e tem sido usada para clarificar bebidas alcoólicas. O presente trabalho objetivou obter “isinglasses” a partir de bexigas natatórias dos peixes Pescada-branca (*Cynoscion leiarchus*) e Bagre (*Bagre bagre*), realizar caracterização físico-química (composição centesimal) e física (peso, rendimento e cor) das bexigas e dos “isinglasses” e avaliar as propriedades reológica dos “isinglasses” (força de gel e viscosidade). As bexigas foram pesadas, lavadas, imersas em solução de 0,8M de NaCl por 10 minutos, lavadas novamente, cortadas e submetidas a dois tratamentos para cada espécie. Bexigas de Bagre: T1BA) Imersão em solução de ácido acético 0,5M e T2BV) Imersão em vinagre de álcool comercial, ambas na proporção de 1:30 (g/mL). Bexigas de Pescada Branca: T1PA) Imersão em solução de ácido acético 0,5M T2PV) Imersão em vinagre de álcool comercial, ambas na proporção de 1:50 (g/mL). Para extração do colágeno, as bexigas foram imersas nestas soluções e mantidas a 4°C, por dois dias. Posteriormente, o material foi filtrado, obtendo-se assim uma solução de colágeno, a qual foi aquecida por 2 horas à 55°C, foi colocada em bandejas plásticas e levadas a estufa, 55°C, para formação de filmes de gelatina. Os rendimentos dos isinglasses foram de 24,55% (T1BA), 24,05% (T2BV), 39,26% (T1PA) e 34,90% (T2PV). Houve diferença significativa somente nos tratamentos da Pescada Branca. Os teores de proteína dos “isinglasses” variaram de 81,99% (T2BV) a 82,98% (T1PA) sendo observada diferença significativa para os tratamentos da Pescada Branca. Os valores de pH em todos os tratamentos foram considerados ácidos quando comparados com os da literatura, em decorrência do método de extração. Os isinglasses dos tratamentos com vinagre apresentaram baixos valores de Bloom (T2BV – 68,07 gf e T2PV – 78,30 gf) enquanto os demais apresentaram médio Bloom (T1BA – 140,47 gf e T1PA – 151,22 gf). O tratamento das bexigas com ácido acético apresentou maior temperatura de fusão, indicando assim uma gelatina de melhor qualidade, o que também foi observado quanto à força de gel. Os isinglasses T1BA, T2BV e T2PV apresentaram viscosidade menor do que T1PA e todas as amostras gelificaram antes ou na temperatura de 10°C, considerada adequada para a gelatina.

Palavras-Chave: extração ácida, gelatina de peixe, caracterização reológica.

ABSTRACT

Isinglass is a gelatin derived from tropical fish swim bladders which is readily soluble in organic acids and has been used to clarify beverages. The present work was aimed at obtaining isinglasses from swim bladders of fish, white hake (*Cynoscion leiarchus*) and Catfish (*Catfish catfish*), make tax-chemical characterization (composition) and physical (weight, yield and color) of bladders and isinglasses and assess the rheological properties of isinglasses (gel strength and viscosity). The bladders were weighed, washed, immersed in 0.8 M NaCl for 10 minutes, washed again, cut and subjected to two treatments for each species. Bladders Catfish: T1BA) immersion in a solution of 0.5 M acetic acid and T2BV) Immersion in commercial alcohol vinegar, both at a ratio of 1:30 (g / ml). Bladders hake: T1PA) immersion in a solution of 0.5 M acetic acid T2PV) Immersion in commercial alcohol vinegar, both at a ratio of 1:50 (g / ml). For extraction of collagen, the bladders were immersed in these solutions and kept at 4 ° C for two days. Subsequently the material was filtered, thereby obtaining a collagen solution, which was heated for 2 hours at 55 ° C, was placed in plastic trays and cooled to gases, 55 ° C for formation of gelatin films. The yields were isinglasses 24.55% (T1BA), 24, 05% (T2BV), 39.26% (T1PA) and 34.90% (T2PV). Significant differences were observed only in treatments of White Hake. The protein contents of isinglasses ranged from 81.99% (T2BV) to 82.98% (T1PA) difference was observed for the treatments of white hake. The pH in all treatments were considered acids when compared with the literature, due to the extraction method. The isinglasses treatment with vinegar had lower values Bloom (T2BV - 68.07 and T2PV gf - gf 78.30) while the other showed average Bloom (T1BA - gf and T1PA 140.47 - 151.22 gf). The treatment of bladders with acetic acid showed a higher melting temperature, thus indicating a higher-quality gelatin, which was also observed for gel strength. The isinglasses T1BA, T2BV T2PV and showed lower viscosity than T1PA and all the samples before or gelation temperature of 10 ° C (gelling temperature).

Keywords: acid extraction, fish gelatin, rheological characterization.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT.....	iii
SUMÁRIO	iv
ÍNDICE DE TABELAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2.OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo Geral.....	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Pesca mundial no Brasil e volume de resíduos gerados	4
3.2 Aproveitamento de resíduos	6
3.3 Colágeno e Gelatina.....	7
3.4 Comercialização das Bexigas Natatórias	10
3.5 Isinglass	11
3.6 Métodos de extração e obtenção de “isinglass”	13
3.7 Aplicações industriais do colágeno, gelatina e “isinglass”	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Matérias-Primas	19
4.2 Pré-tratamento das amostras	20
4.3 Extração do colágeno.....	21
4.4 Extração da gelatina (“isinglass”).....	21
4.5 Rendimento das bexigas e da gelatina	23
4.6 Caracterização química das bexigas natatórias e dos “isinglasses”.....	23
4.6.1. Umidade.....	23
4.6.2 Proteína	23
4.6.3 Lipídeos	23
4.6.4 Cinzas.....	23
4.7 Determinação de pH da solução de “isinglass”	24

4.8 Caracterização reológica.....	24
4.8.1 Força de gel.....	24
4.8.2 Viscosidade.....	24
4.9 Análise de cor.....	25
4.10 Ponto de fusão.....	25
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
6.1 Rendimento das bexigas e dos “isinglasses”.....	27
6.2 Composição química das bexigas e dos “isinglasses”.....	28
6.2.1 Composição centesimal das bexigas.....	28
6.2.2 Composição centesimal dos “isinglasses”.....	30
6.3 Caracterização reológica do “isinglass”.....	32
6.3.1 Força de gel do “isinglass” e da gelatina comercial bovina.....	32
6.3.2 Viscosidade do “isinglass” e da gelatina comercial bovina.....	35
6.4 Determinação de cor dos “isinglasses” e da gelatina comercial bovina.....	37
6.5 Determinação do ponto de fusão dos “isinglasses” e da gelatina comercial bovina.....	40
CONCLUSÃO.....	43
SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Tipos de colágeno.....	09
Tabela 2. Rendimento dos isinglasses obtidos da bexiga de Bagre com ácido acético e vinagre de álcool comercial.....	27
Tabela 3. Rendimento dos isinglasses obtidos da bexiga de Pescada Branca com ácido acético e vinagre de álcool comercial.....	27
Tabela 4 - Composição centesimal das bexigas in natura de Bagre e Pescada Branca..	29
Tabela 5. Composição centesimal e pH dos isinglasses obtidos da bexiga natatória de Bagre e da gelatina comercial bovina.....	30
Tabela 6. Composição centesimal e pH dos isinglasses obtidos da bexiga natatória de Pescada Branca e da gelatina comercial bovina.....	30
Tabela 7. Composição centesimal e pH dos isinglasses encontrados na literatura.....	31
Tabela 8- Força de gel dos isinglasses obtidos da bexiga natatória do Bagre e da gelatina comercial bovina.....	33
Tabela 9- Força de gel dos isinglasses obtidos da bexiga natatória da Pescada Branca e da gelatina comercial bovina.....	33
Tabela 10. Cor dos isinglasses de bexigas natatórias de Bagre e da gelatina comercial bovina.....	38
Tabela 11. Cor dos isinglasses de bexigas natatórias da Pescada Branca e da gelatina comercial bovina.....	38
Tabela 12. Ponto de fusão dos isinglasses obtidos da bexiga natatória de Bagre e da gelatina comercial bovina.....	40
Tabela 13. Ponto de fusão dos isinglasses obtidos da bexiga natatória de Pescada Branca e da gelatina comercial bovina.....	41
Tabela 14. Ponto de fusão de gelatinas de peixes encontrados na literatura.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Produção nacional de pescado em 2009 (Pesca extrativa e aquicultura), por macrorregião.	05
Figura 2 - Produção pesqueira nacional (1950 - 2009) e expectativa da produção pesqueira para 2011.....	06
Figura 3- Estrutura polipeptídica do colágeno.....	08
Figura 4- Bexiga natatória de Carpa Prateada.	12
Figura 5- Fluxograma do processo de produção de gelatina.....	15
Figura 6- (A) Bagre (<i>Bagre bagre</i>). (B) Visualização da bexiga natatória do Bagre. (C) Bexigas natatórias de Bagre.	19
Figura 7- (A) Pescada-Branca. (B) Visualização da bexiga natatória da Pescada-Branca (<i>Cynoscion leiarchus</i>). (C) Bexiga natatória da Pescada-Branca.	20
Figura 8- Fluxograma de obtenção da gelatina.....	22
Figura 9- (A) Equipamento CT3 Texture Analyzer. (B) Momento da depressão de 4mm da superfície da gelatina.	24
Figura 10 - Esfera cromática CIE lab. Fonte: Minolta (1998).....	24
Figura 11 - Viscosidade do isinglasses de bexiga natatória de Bagre e da gelatina bovina comercial. T1BA – Bagre e ácido acético 0,05M. T2BV – Bagre e vinagre de álcool comercial.....	35
Figura 12 - Viscosidade do isinglasses de bexiga natatória de Pescada Branca e da gelatina bovina comercial. T1PA – Pescada Branca e ácido acético 0,05M. T2PV – Pescada Branca com vinagre de álcool comercial.....	36

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o problema atual dos resíduos agroindustriais e a procura de uma solução para o caso têm estimulado a busca de novas tecnologias de modo a diminuir o desperdício de recursos e o possível impacto destes resíduos ao meio ambiente. A necessidade de uma reflexão sobre o problema tem se mostrado urgente já que o descarte destes resíduos não é somente uma preocupação no aspecto material, mas também como as indústrias tratam esses resíduos.

Um correto uso desses resíduos não somente evita o descarte usual, que seriam em terrenos baldios, aterros sanitários ou corpos hídricos, demandando uma grande carga bioquímica no ambiente, como também a reutilização desses na fabricação de um subproduto que pode chegar a ser mais rentável e com melhores características que o produto primário.

A busca constante pelo aproveitamento de resíduos industriais tem trazido diversas vantagens para a economia mundial e para o planeta. Estudos cada vez mais inovadores e de grande valia, tem possibilitado a criação de novas tecnologias e um enorme avanço na indústria, seja ela alimentícia, cosmética, farmacêutica, ou outro ramo de fabricação industrial. Inúmeras são as possibilidades já encontradas para o aproveitamento de resíduos orgânicos, exemplos disso é a utilização de peles, ossos, sebos, bexigas de animais para fabricação de gelatina, aproveitamento de sangue de animais para enriquecimento de farinhas, uso humor vítreo do olho de peixes na fabricação de ácido hialurônico, raspas de mandioca como futuro substituto da farinha de trigo (MAPA, 2003; GELITA, 2010; ROUSSELOT, 2010; CARVALHO et al., 2006; WILLINGER, 2010).

A fabricação de gelatina de origem animal (bovina, suína, aves e de peixes) é amplamente usada em diversas áreas, como alimentícia, médica, fotográfica. De acordo com dados de Marques (2005) o Brasil produziu 25 mil toneladas de gelatina bovina, enquanto que esse valor aumentou para 80.000 toneladas de gelatina por ano em 2009 (GELITA, 2010). Contudo a busca de novas fontes de extração de colágeno hidrolisado (gelatina) como a de peixes, tem sido estimulada, pelo fato dos recentes surtos em bovinos da Encefalopatia Espongiforme Bovina. Além disso, resíduos como a bexiga natatória também são utilizadas para produção de gelatina, com propriedades e denominações particulares, denominadas de “isinglass”, que é uma gelatina derivada de

bexigas natatórias de peixes tropicais que é facilmente solúvel em ácidos orgânicos (HICKMAN et al., 2000), podendo ser utilizado para clarificar bebidas alcoólicas, especialmente vinhos, além de inúmeras aplicações na indústria de alimentos.

De acordo com o Ministério da Pesca e Aquicultura- MPA (BRASIL, 2012), em 2010, a Região Nordeste foi que teve a maior produção de pescado do país, com 410.532 t, respondendo por 32,5% da produção nacional. Entre as espécies mais capturadas em 2010 estão a sardinha-verdadeira, seguida da corvina e em terceiro lugar a pescada-amarela e incluindo nos onze mais capturados, o bagre (MPA, 2012), todas essas espécies possuem em sua anatomia a bexiga natatória e que juntamente com suas vísceras, quase não são aproveitadas.

Com base no interesse do aproveitamento da bexiga natatória juntamente com a busca de novas fontes de obtenção de gelatina, objetivou-se obter isinglass a partir de bexigas natatórias dos peixes Pescada-branca (*Cynoscion leiarchus*) e Bagre (*Bagre bagre*) e caracterizar tecnologicamente, através do peso, rendimento e composição centesimal, quer das bexigas natatórias das espécies Pescada-Branca (*Cynoscion leiarchus*) e Bagre (*Bagre bagre*), quer do isinglass obtido de cada matéria-prima, avaliando também as propriedades reológicas (força de gel, viscosidade) e funcionais destes produtos.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Obter e caracterizar o isinglass a partir de bexigas natatórias dos peixes Pescada-branca (*Cynoscion leiarchus*) e Bagre (*Bagre bagre*).

2.2 Objetivos Específicos

a) Realizar caracterização físico-química (umidade, proteína, cinza e lipídeos) das bexigas e dos isinglasses obtidos;

b) Caracterizar fisicamente as bexigas (peso) e os isinglasses (rendimento, pH, cor e ponto de fusão);

c) Avaliar as propriedades reológicas dos isinglasses (força de gel e viscosidade).

d) Comparar os resultados das análises de composição centesimal, pH, força de gel, viscosidade, cor e ponto de fusão com os resultados das mesmas análises de uma gelatina comercial bovina (em pó, incolor e sem sabor).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Pesca mundial no Brasil e volume de resíduos gerados

Em 2006, mais de 110 milhões de toneladas (77%) da produção mundial de peixe foi para destinada ao consumo humano, correspondendo a cerca de 16,7 quilos por pessoa/ ano, com estimativa para até 2030, de um aumento para 20 quilos/pessoa/ano. Assim, desta produção, 33 milhões de toneladas destinaram-se a fabricação de produtos como farinha e azeite de pescado (FAO, 2006).

Os principais animais aquáticos produzidos no Brasil são os peixes e camarões de água doce e marinhos, ostras e mexilhões e rãs. O cultivo de peixes de água doce corresponde a 80% da produção aquícola nacional, seguido pelos camarões marinhos, com 14%. As espécies mais cultivadas são as tilápias e as carpas, seguidas pelos tambaquis, surubins, camarões de água salgada e moluscos (QUEIROZ et al., 2002). O Brasil, com mais de 8.5 milhões de quilômetros quadrados, tem uma das maiores reservas hídricas mundiais, com cerca de 12% da água doce disponível no planeta (DIEGUES, 2006).

Dados do Ministério da Pesca e Aquicultura indicam que a produção brasileira de pescado aumentou 25% nos últimos oito anos passando de 990.899 toneladas anuais para 1.240.813 no ano passado. A aquicultura apresentou uma elevação 43,8%, passando de 289.050 toneladas/ano para 415.649 toneladas/ano. A produção da pesca extrativa, tanto marítima quanto continental (rios, lagos, etc) passou no mesmo período de 783.176 toneladas para 825.164 toneladas/ano no mesmo período, um aumento em torno de 5,4% (BRASIL, 2010).

O litoral Nordeste apresenta uma área de largura variável e extensa, com um mínimo de 10 km na Bahia (Itacaré), alcançando cerca de 100 km no Estado do Maranhão. Em 2004 registrou-se uma participação de 29,1% na produção total anual. Em toda sua região domina a pesca artesanal, desenvolvida por um elevado número de pequenas embarcações (cerca de 40 mil) que capturam de camarões, lagostas, peixes de fundo e pequenos e médios pelágicos. No Nordeste ocorre a maior participação relativa de crustáceos, de albacoras e espadarte nas capturas brasileiras (IBAMA, 2006).

O Nordeste é a maior região produtora de pescado do Brasil com 411 mil toneladas/ano, seguida da região Sul, com 316 mil/ano (dados de 2009) (Figura 1).

Revelando que a aquicultura teve um papel de destaque no crescimento da produção de pescado no país (BRASIL, 2010).

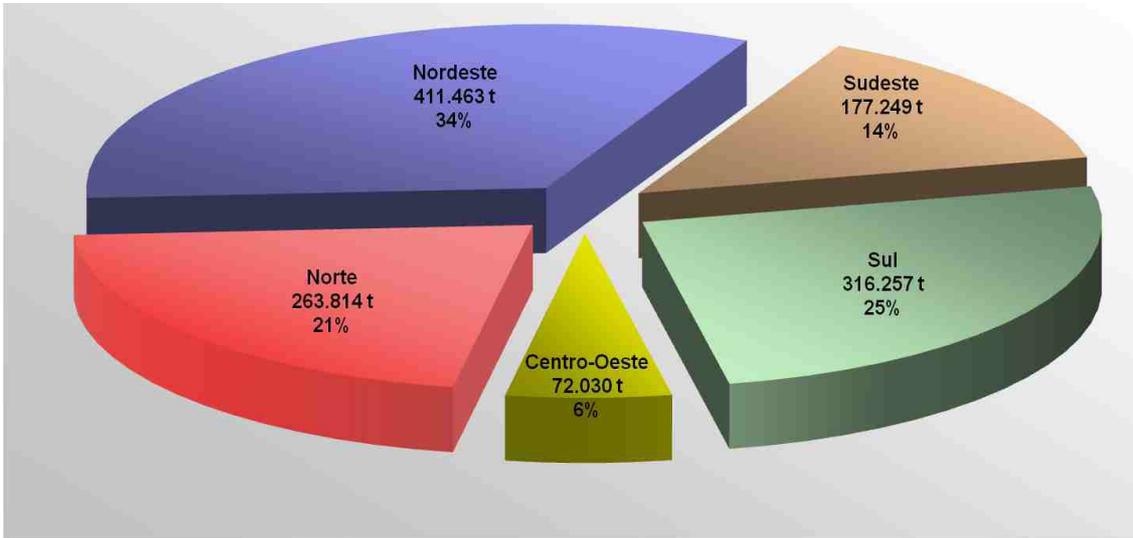


Figura 4 - Produção nacional de pescado em 2009 (Pesca extrativa e aquicultura), por macrorregião. (Fonte: BRASIL, 2010)

Em 2011, a expectativa do Ministério da Pesca e Aquicultura foi de que a produção total de pescado atingisse a meta de 1,43 milhões de toneladas (Figura 2).

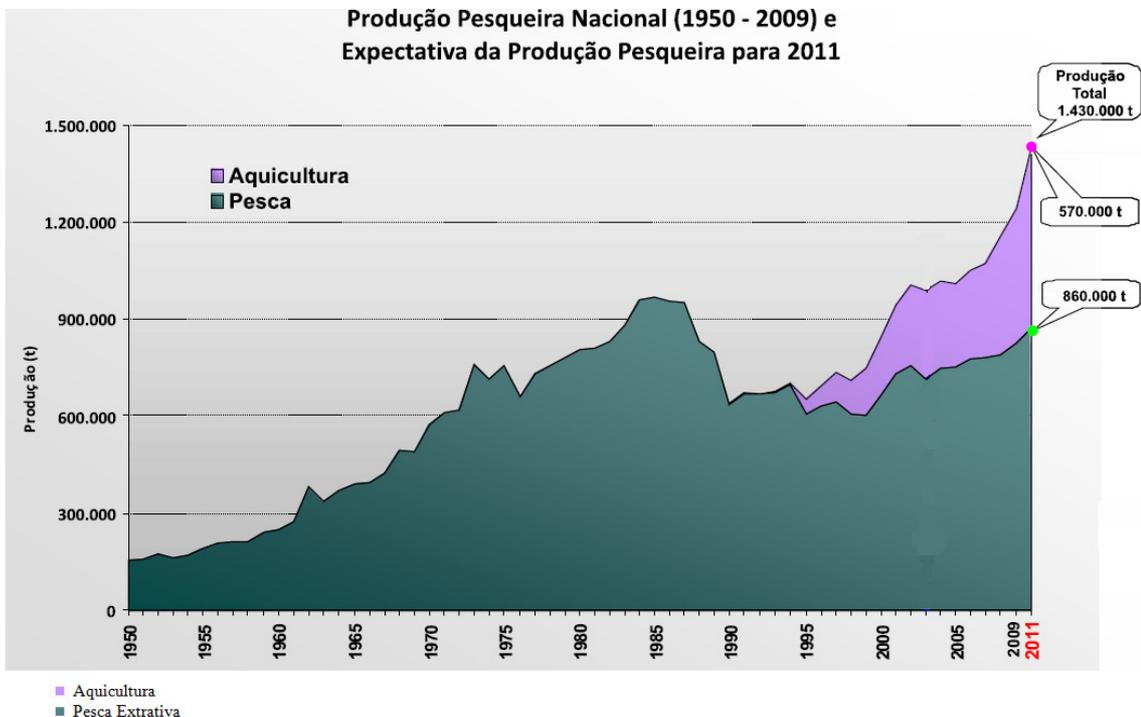


Figura 5 - Produção pesqueira nacional (1950 - 2009) e expectativa da produção pesqueira pra 2011. (Fonte: BRASIL, 2010).

3.2 Aproveitamento de resíduos

O processo de beneficiamento de pescados nos oferece muito mais do que alimento de alto valor nutricional, nos fornece também uma grande quantidade e variedade de material rejeitado que acaba se perdendo (STORI, 2000). Mas que podem apresentar um grande potencial para uma recuperação de materiais e energia dentro da cadeia produtiva da pesca (PESSATTI et al., 2001).

Segundo Feltes et al., (2009), o valor nutricional desses resíduos, ricos em proteínas e em ácidos graxos da série ômega-3, incentiva o desenvolvimento de produtos para a alimentação humana. Com isso pode-se reduzir, consideravelmente, a carga bioquímica que seria descartada no ambiente.

Inúmeras são as formas de aproveitamento de resíduos da indústria pesqueira, farinha de resíduos, couro, cola e gelatina, produtos perolizados, produtos artesanais, fertilizante e/ou adubo orgânico. As quais vêm sendo bastante estudada por Nunes (1999) para silagem de pescado, Parente & Nunes (1973) para aproveitamento de peles de cação para curtimento, produção de cola e gelatina, Muyonga et al., (2004); Gómez-Guillén et al., (2002) para produção de gelatina através de peles de peixes e Koochekian et al., (2006), Corrêa et al., (2009) para produção de gelatina de bexigas natatórias.

Um terço da captura mundial de pescado não é empregada para o consumo direto na alimentação humana, seguindo para elaboração de rações ou é desperdiçada como resíduo (ARRUDA & OETERRER, 2006). No Brasil, o aproveitamento de resíduos de pescados é pequeno, sendo que a maioria destes resíduos é descartada causando um sério problema ambiental (STEVANATO et al., 2007).

Esses resíduos são gerados nas diferentes etapas da cadeia produtiva e devido à heterogeneidade de crescimento dos peixes durante a produção, pode ocorrer o descarte desses animais, sendo possível a sua utilização como resíduo da produção (BUENO, 2008). Esses resíduos (cabeça, vísceras, nadadeira, cauda, coluna vertebral, barbatana, escamas e restos de carne) correspondem a cerca 50% da matéria-prima utilizada, variando conforme as espécies e o beneficiamento

Entretanto, grande parte da tecnologia conhecida para a utilização dos resíduos das indústrias de pescado não se mostra economicamente atrativa, em vista do elevado investimento inicial (ARRUDA & OETERRER, 2006).

3.3 Colágeno e Gelatina

Proteínas são polímeros de alto peso molecular, cujas unidades básicas são os aminoácidos, ligados entre si por ligações peptídicas. Quimicamente, aminoácidos seriam todos os derivados de ácidos carboxílicos nos quais um hidrogênio estaria substituído por um grupo amino, em qualquer posição da cadeia carbônica (BOBBIO, 2003). Conforme Araújo (2008) proteínas são polímeros constituídos de alguns dos 21 diferentes aminoácidos interligados por ligações peptídicas. Esses aminoácidos são alanina, arginina, asparagina, cisteína, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, tirosina, triptofano, valina, ácido aspártico e ácido glutâmico.

Existem duas grandes categorias de proteínas, ou seja, proteínas fibrosas e proteínas globulares. As proteínas fibrosas são compostas de cadeias filamentosas individuais e alongadas, as quais se unem lateralmente por diversos tipos de ligações cruzadas, formando uma estrutura muito estável e quase insolúvel (queratina, miosina e colágeno), as proteínas globulares são relativamente solúveis e bastante compactas devido ao considerável número de dobras da longa cadeia peptídica, exemplos são antígenos e enzimas (CONN & STUMPF, 1984).

O termo colágeno é derivado do termo grego, em que “kolla” significa cola e “geno” significa produção. O seu significado mais usual seria a produção de cola animal, a partir de diferentes matérias-primas (BORDIGNON, 2010). O colágeno é a proteína mais abundante nos vertebrados, constituindo cerca de 30% das proteínas totais (HARRIS et al., 2003; SINGH et al., 2010). Mais precisamente o colágeno é uma escleroproteína (LEHNINGER, 2002), sendo considerado totalmente insolúvel até a alguns anos, quando grande parte dessa proteína foi solubilizada por extração com ácido acético e ácido cítrico (BOBBIO, 2003).

A estrutura da molécula de colágeno é como uma hélice tripla que inclui três correntes distintas uma estabilizada por ligações de hidrogênio (Figura 3), caracterizada por altos percentuais de glicina (33%), e os aminoácidos prolina e hidroxiprolina (22%) e formada por uma cadeia de polipeptídios que compreende cerca de 1050 aminoácidos (HARRIS et al., 2003; SCHRIEBER & GAREIS, 2007; WOLF, 2003).

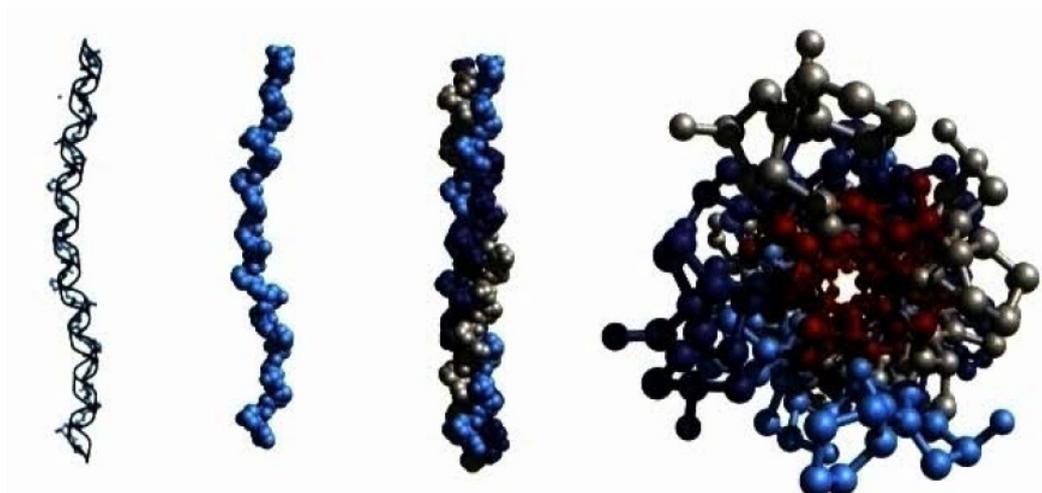


Figura 6 - Estrutura polipeptídica do colágeno. Fonte: LEHNINGER (2002).

As estruturas de anel fechado com os resíduos de prolina e hidroxiprolina limita a rotação do polipeptídeo, proporcionando assim a rigidez à estrutura (PROCKOP, 2004).

Até 2008, 27 tipos de colágenos foram identificados, sendo o I, II e III os mais conhecidos, como mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de colágenos.

Classificação do colágeno	
Descrição	Tipo
Tipo I	Ocorre, principalmente, no tecido conjuntivo, como a pele, ossos e tendões.
Tipo II	Ocorre exclusivamente em tecido cartilaginoso.
Tipo III	É fortemente dependente da idade: a pele de muito jovens podem conter até 50%, mas no decorrer do tempo, esta será reduzida para 5-10%.
Outros tipos	Os outros tipos de colágeno estão presentes em quantidades muito baixas apenas em alguns órgãos específicos.

Fonte: SCHRIEBER & GAREIS (2007).

Segundo Montero & Gómez-guillén (2000), o colágeno e a gelatina, são diferentes formas da mesma macromolécula, sendo possível descrevê-la como colágeno hidrolisado.

A gelatina é uma substância translúcida, incolor ou amarelada, praticamente insípida e inodora. É uma substância orgânica nitrogenada, uma proteína coloidal, cujo valor principal está nas suas propriedades coagulativas, protetoras e adesivas. A gelatina animal é obtida pela hidrólise do colágeno (fibras brancas dos tecidos conectivos do corpo animal, particularmente da pele (córion), dos ossos (osseína) e dos tendões), em que as ligações moleculares naturais entre fibras separadas de colágeno são quebradas, permitindo o seu rearranjo (SCIENZA, 2009). Como o colágeno, a gelatina é composta de 18 aminoácidos diferentes que estão unidos por ligações peptídicas na formação da molécula de gelatina, cujo peso molecular médio varia entre 20.000 a 250.000 Daltons, dependendo do grau de hidrólise do colágeno. Tem como característica peculiar o alto conteúdo de glicina, hidroxiprolina e prolina e deficiência em aminoácidos sulfurados. Não é uma proteína completa, pois o aminoácido essencial triptofano não está presente (SAGMA, 2010).

A proteína colágeno contida nas peles e nos ossos representa a verdadeira matéria-prima para a fabricação da gelatina. A transformação do colágeno em gelatina envolve a penetração da água nos espaços da estrutura, com aumento na hidratação dos grupos da cadeia polipeptídica até haver perda das forças que mantêm a estrutura unida, e as cadeias se quebram, sobrando uma massa desorganizada de polipeptídios altamente hidratada (OETTERER, 2010).

O preconizado pelo RIISPOA- Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produto de Origem Animal, no artigo nº 433 é que, "gelatina comestível" é um produto da hidrólise em água fervente de tecidos ricos em substâncias colagênicas, (cartilagens, tendões, ossos, aparas de couro), concentrado e secado, sendo permitido o emprego de matérias-primas procedentes de animais que não tenham sofrido qualquer restrição. A gelatina comestível deve obedecer às seguintes especificações (BRASIL, 1952):

- Não conter mais de 2% (dois por cento) de cinzas;
- Não conter menos de 15% (quinze por cento) de nitrogênio;
- O pH deve estar entre 4,7 a 6,5 em uma solução de 12,5%
- Em solução de 1% (um por cento) em água quente, deixada esfriar, deve formar a geléia sem cheiro e praticamente sem sabor;
- Arsênio: máximo, uma parte em um milhão;

- Em solução de água quente (1:40) deve ser isenta de qualquer cheiro desagradável e quando vista em camada de 2 cm (dois centímetros) só deve mostrar ligeira opalescência;
- Anidrido sulfuroso: máximo 40ppm (quarenta partes por milhão).

A produção de gelatina, no Brasil em 2005 foi de 25 mil toneladas do produto, tendo aumentando para 80 mil toneladas em quatro anos, ou seja, um acréscimo de mais de 150%, representando cerca de 27% do mercado mundial. O mercado global de gelatina movimentava cerca de US\$ 3 bilhões por ano, e o consumo mundial é estimado de 250 mil toneladas (GELITA, 2010; MARQUES, 2005).

3.4 Comercialização das Bexigas Natatórias

As bexigas natatórias, conhecidas popularmente como grude ou bucho, das espécies Pescada Amarela (*Cynoscion acoupa*), Pescada Branca (*Cynoscion leiachus*) e Gurijuba (*Arius parkeri*) vêm sendo comercializadas informalmente no litoral do Estado do Maranhão e em outros Estados como o Pará e o Amapá. Segundo os pescadores, essas vísceras são levadas para Belém (PA) de onde são exportadas para diversos países como China, Japão e Alemanha (OLIVEIRA et al., 2006).

Em 2001, mais de 25,000 toneladas dos peixes gurijuba e pescada amarela foram capturados e não somente pela procura das suas carnes, como também de suas bexigas natatórias, que são chamadas pelos pescadores como grude, que pode pesar em um exemplar de tamanho grande 250 g. Um quilo de grude vale até 90 reais. O grude é iguaria gastronômica na China. Os ingleses compram o produto para usá-lo como filtro e clareador de cerveja. As mesmas vesículas são matéria-prima para colas de alta performance nos EUA e na Alemanha. A exportação de grude, nesse mesmo, ano atingiu mais de 200 toneladas pelos portos do Pará e do Amapá. Em 2007, a crise internacional abalou o mercado do grude, e em 2009 está quase sem procura, mesmo quando a oferta ainda é alta. Já foi possível vender o quilo do grude a R\$ 250,00 e mais de dez empresários trabalhavam no ramo, concorrência que foi reduzida para apenas quatro (COUTINHO, 2002; NDA, 2009).

Segundo o Jornal ESTADAO (2010), 25 toneladas de barbatanas de tubarão e bexigas natatórias de animais não identificados foram capturados ilegalmente e

processadas ilegalmente por uma empresa e a mercadoria seria enviada de portos no Rio Grande do Sul para o mercado asiático. Em maio, agentes do IBAMA no Pará conduziram uma batida na empresa acusada e apreenderam cerca de 3,3 toneladas de barbatana de tubarão e mais 2 toneladas de bexiga natatória de outros peixes. As barbatanas seriam vendidas a R\$ 65,00 o quilo, enquanto as bexigas natatórias custariam entre R\$ 21,00 e R\$ 81,00 o quilo.

3.5 Isinglass

“Isinglass” é uma substância que tem sido usada por centenas de anos para clarificar bebidas alcoólicas. É derivado de bexigas natatórias de peixes tropicais, algumas constituídas, predominantemente da proteína colágeno que é facilmente solúvel em ácidos orgânicos (HICKMAN et al., 2000). O isinglass é conhecido também como cola de peixe (KOOCHKIAN et al., 2006).

A bexiga natatória trata-se de uma vesícula gasosa - um órgão que ajuda alguns peixes a manterem-se a determinada profundidade. É um saco de paredes flexíveis revestidas de cristais de guanina, tornando a bexiga impermeável. Encontra-se situada na metade ventral do corpo, por vezes ligada ao esôfago por um pequeno tubo chamado canal pneumático (Figura 4). Pode desempenhar, várias funções das quais o equilíbrio hidrostático é a mais importante (BIO-PEIXE, 2010). A bexiga natatória é composta por várias túnicas: a camada externa é grossa e fibrosa, o colágeno contido nessa camada é a fonte de “isinglass”. A camada interna da túnica é fina, contém substâncias cristalinas, como a guanina, e muitas vezes tem um brilho prateado (TRESSLER & LEMON, 1951).



Figura 4 - Bexiga natatória de Carpa Prateada. Fonte: MEC.

O famoso ‘isinglass’ da Rússia é feito a partir de bexigas natatórias de diversas variedades de esturção (*Acipenser huso* ou beluga, *A. ruthenus* ou sterlet, *A. sturio* ou esturção comum, *A. stellatus* ou esturção favorito), bagre (*Glanissilurus*), e carpa (*Cyprinus carpio*), na Venezuela e no Brasil o *Siluridae* conhecido como bagre é a principal fonte de isinglass (TRESSLER & LEMON, 1951). Também são utilizados peixes tropicais e subtropicais, na Ásia e na América do Sul, como o *Sciaenidae* conhecido com “pescada” (DAVIES & BALLARD, 1985; WALKER et al., 2007).

As bexigas natatórias mais utilizadas referem-se a peixes como Pescada-amarela, Pescada-branca, Gurijuba, Bagre, Merluza (PAZ et al, 1967; OLIVEIRA et al, 2006; ROSE et al, 1998). Um estudo realizado por BASTOS & NUNES (1972) com Pescada amarela, mostrou um bom potencial de rendimento das bexigas em relação ao isinglass, variando de 16,6 a 24,7%. Segundo Tressler & Lemon (1951), existe uma grande variação entre os rendimentos de “isinglass”, devido à diferença das espécies.

Apesar da gelatina de peixe ser estudada desde a década de 1950, a maioria dos estudos refere-se à gelatina de mamíferos e, somente, nos últimos anos, estudos mais intensivos foram realizados em gelatina de peixe e começaram a aparecer na literatura (SCHRIEBER & GAREIS, 2007). Estudos feitos por Nagai & Suzuki (2000) relataram

que o conteúdo de colágeno na pele de peixes robalo, cavala, tubarão e peixe-gato foram de 51,4%, 49,8% e 50,1% (base seca), respectivamente.

As peles de peixe e ossos também podem ser transformados em gelatina, contribuindo assim para resolver o problema da eliminação dos resíduos e, além disso, criação de um produto com valor agregado. Os recentes surtos em bovinos, como a Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB) e aumento na demanda de alimentos criaram uma demanda para a fabricação de gelatina de peixes (MUYONGA et al., 2004).

3.6 Métodos de extração e obtenção de “isinglass”

A obtenção do “isinglass” se dá por meio primeiramente da extração do colágeno das bexigas natatórias de peixes e em seguida, extração da gelatina proveniente do colágeno. Isinglass tem sido popularmente considerado como gelatina pura, mas é formado de colágeno e não se gelatiniza até ser aquecido com água. Nestas condições, ocorre a hidrólise e forma-se então a gelatina (TRESSLER & LEMON, 1951).

A extração do colágeno está relacionada diretamente com o rigor do processo de extração e do pré-tratamento, em que o colágeno é parcialmente hidrolisado sem alterar a configuração original de tripla hélice, que depois é desestabilizada por um tratamento térmico que provoca o rompimento de ligações covalentes e de hidrogênio, levando à conversão do colágeno em gelatina (MONTERO & GÓMEZ-GUILLÉN, 2000).

Após a desnaturação térmica as fibras de colágeno apresentam comportamento essencialmente elástico, como uma rede elástica aleatória (ALFARO et al., 2006). A conversão de colágeno em gelatina solúvel pode ser alcançada pelo aquecimento do colágeno em meio ácido ou alcalino. A solubilização térmica do é devido à clivagem de uma série de intra e intermoleculares ligações cruzadas covalentes que estão presentes no colágeno (BORDIGNON, 2010; SCHRIEBER & GAREIS, 2007).

A produção da gelatina pode ser realizada a partir de dois processos principais, onde cada processo é adequado conforme o tipo de matéria-prima utilizada e a aplicação específica da gelatina seja ela, para a indústria farmacêutica, fotográfica, cosmética ou alimentícia. (BORDIGNON, 2010).

Os processos de extração empregados na fabricação de gelatina (Figura 5) são: processo ácido, para a fabricação de gelatina do tipo A, onde a matéria-prima é submetida a um processo de pré-tratamento de três dias. Este tratamento é realizado com ácido e prepara a matéria-prima para o processo subsequente de extração. Processo alcalino é usado para a fabricação de gelatina do tipo B, este processo estende-se por um período de várias semanas e vai transformando lentamente a estrutura do colágeno. Este processo somente pode ser aplicado quando a matéria-prima for osseína ou raspa bovina. O colágeno produzido desta maneira é solúvel em água quente (GELITA, 2010; BORDIGNON, 2010).

Segundo Carvalho (2002), a extração da gelatina a partir do colágeno é realizada com diferentes temperaturas que variam desde 60 °C até 90 °C e com controle rigoroso de pH visando a maximização da extração e a manutenção de suas propriedades físicas. Também são realizadas extrações em diferentes tempos e são utilizados ácidos sulfúrico ou diferentes ácidos orgânicos (fórmico, acético, propiônico, láctico, málico, tartárico, cítrico em várias concentrações) e/ou adição de soluções salinas (NaCl, KCl, MgCl₂ e MgSO₄), assim como, em função da técnica aplicada são utilizados também o fosfato de cálcio, carbonato de cálcio (nas extrações alcalinas). Nesse processo apenas uma pequena porção de grupamentos amida resistem ao tratamento e o colágeno extraído desta maneira é solúvel em água quente (LEDWARD, 2000).

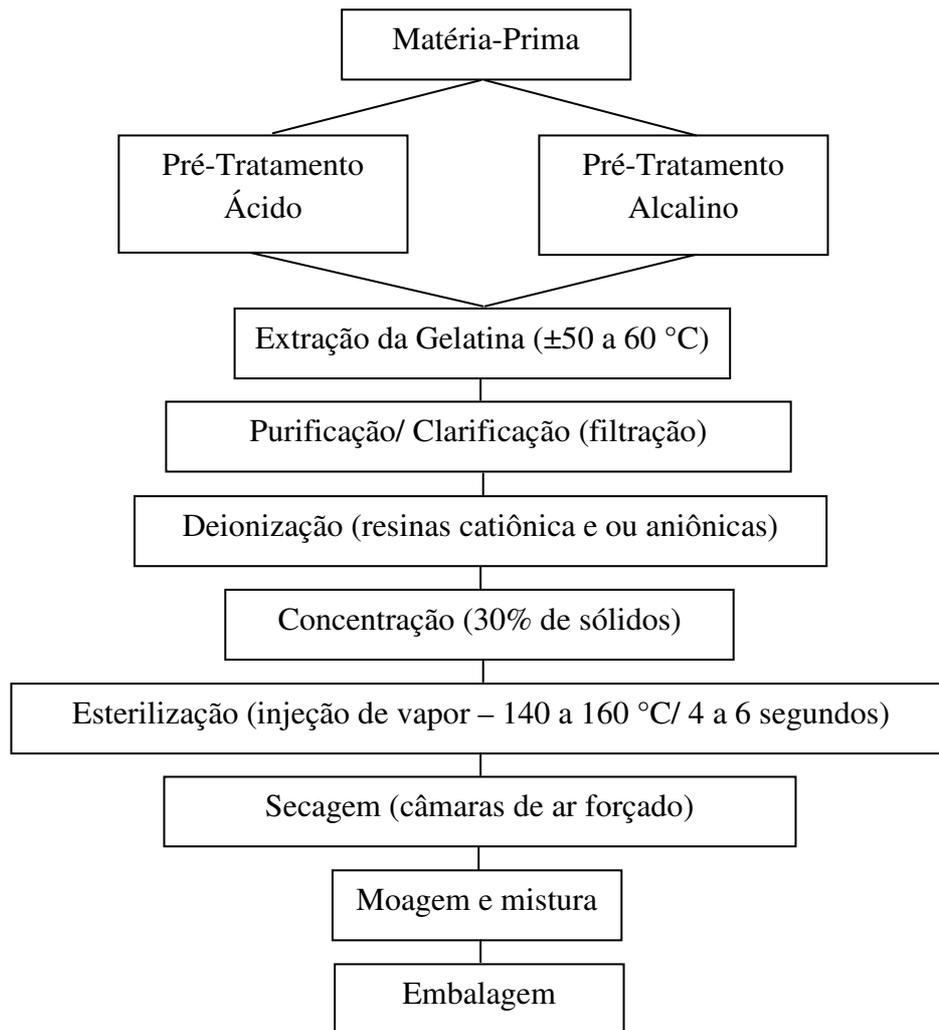


Figura 5 - Fluxograma do processo de produção de gelatina. Fonte: Yajima et al, 2010.

Estudos mais recentes descrevem que as diversas formas de extração do colágeno têm por finalidade aperfeiçoar o método, uma vez que é sabido que este é um dos grandes fatores que afetam as propriedades físico-químicas da gelatina, para que ela não sofra uma extensiva degradação da estrutura do peptídeo e proporcione uma maior gelificação (LIU et al., 2007). Diversas formas já foram utilizadas para extração de gelatina de bexigas natatórias de peixes, como por exemplo, as apresentadas por Bastos & Nunes (1973) que fez extração com água, Leather (1994) extração ácida, Eastoe (1956) extração ácida, Zhang et al., (2010) extração ácida, Corrêa et al., (2009), extração ácida, Koochekian et al., (2006), extração com solução ácida e alcalina, Rose et al., (1998) extração ácida, Paz et al., (1967) extração com solução alcalina.

3.7 Aplicações industriais do colágeno, gelatina e “isinglass”

A utilização da cola de peixe como clarificante possui origem muito longínqua; notícias da sua aplicação na clarificação da cerveja remontam ao ano de 1800. O uso tradicional da cola de peixe (“isinglass”) é a clarificação de cerveja em barril condicionada pela floculação e sedimentação de células de levedura e material coloidal (LEATHER et al., 1993).

O “isinglass” é provido para a indústria como um pó fino, uma pasta, ou como um líquido altamente viscoso, e é adicionado diretamente na bebida para agregar leveduras e outras partículas insolúveis, que então sedimentam para o fundo do recipiente ou são removidos por filtração (HICKMAN et al., 2000).

O uso mais importante de cola de peixe é na clarificação de vinho. O “isinglass” também já foi utilizado para a preparação de geleias comestíveis e na fabricação de produtos de confeitaria. Ele ainda é usado de forma limitada no fabrico de esparadrapo. Outros usos são na preparação de cimentos especiais, como componente de uma composição à prova de água, e para vários outros fins diversos. (ROY, E. & MARYIN, F., 2000 apud KOOCHEKIAN et al., 2006; TRESSLER & LEMON, 1951).

Dentre os principais agentes clarificantes utilizados em sucos de frutas podemos citar a bentonita, a sílica sol e a gelatina. A gelatina parece ser o mais importante auxiliar para a floculação da matéria em suspensão em sucos de frutas. A gelatina é conhecida por atuar sobre a pectina, enquanto que a bentonita e a sílica sol por atuarem sobre as proteínas existentes nos sucos a serem clarificados. Portanto, a utilização da gelatina em conjunto com a bentonita e sílica sol é mais efetiva no que tange à diminuição do teor de pectina e da viscosidade, em comparação com o uso desses agentes de forma isolada (ALBUQUERQUE, 2009).

A gelatina, um dos biopolímeros mais popular, é amplamente utilizado em alimentos, produtos farmacêuticos, cosméticos e aplicações fotográficas por causa de sua exclusiva propriedades funcionais e tecnológicas. Na indústria de alimentos, é utilizada principalmente para dar textura e estabilização de espuma, entre outras aplicações (SCHRIEBER & GAREIS, 2007). A gelatina pode contribuir para enriquecimento do conteúdo proteico dos alimentos, além de funcionar como revestimento externo (cápsulas) (LEUENBERGER, 1991).

A gelatina apresenta vários papéis funcionais no processamento de alimentos que podem ser divididos em dois grupos, o primeiro é associado com suas propriedades de gelificação, como a força do gel, temperaturas de fusão, viscosidade, espessamento, texturização, e ligação com a água. O segundo grupo refere-se ao seu comportamento, como a formação de emulsão, estabilização, função de colóide protetor, formação de espuma, formação de filme, e adesão/coesão (KARIM & BHAT, 2009; SCHRIEBER & GAREIS, 2007).

Nas indústrias cinematográficas e fotográficas, é utilizada para revestimento das películas e constitui a emulsão de sais de prata sensíveis à luz, é usada também no incorporamento de papel, de tecidos e de chapéus de palha. Na indústria farmacêutica é usado para fabricar cápsulas e como emulsificador, como também no fabrico de cabeças de fósforos e de lixa (SCIENZA, 2009). O colágeno é largamente usado nas indústrias químicas e farmacêuticas. São empregados principalmente na preparação de cosméticos, alimentos, gelatina para diversos fins farmacêuticos, também é utilizado na medicina, no tratamento de hemorragias, na cicatrização de feridas e fios cirúrgicos e, devido a sua baixa resposta imunológica e seu baixo índice de alergicidade, vêm também tendo crescente emprego como biomateriais, substituindo total ou parcialmente tecidos lesados (RAO, 1995 e LE, 1997 apud OLIVEIRA et al., 2006; GELITA, 2010).

3.8 Propriedades funcionais e reológicas da gelatina

A força de gel ou Bloom é uma das propriedades funcionais mais importantes da gelatina (LIU et al., 2007). No mundo da gelatina, a força do gel é tradicionalmente referida como Bloom. É a força, expressa em gramas, necessária para comprimir de 4 mm da superfície de um gel de gelatina com um êmbolo padrão. O gel tem uma concentração de 6,67% e deve ser mantido por 17 horas a 10 ° C. Bloom está ligado à elasticidade mecânica do gel e é usada para classificar os tipos de gelatina. Geralmente varia de 50-300 Bloom. Podemos classificar como baixo, médio ou alto Bloom, com os seguintes limites (ROUSSELOT, 2010):

- Baixo Bloom: força do gel abaixo de 120 g
- Médio Bloom: força do gel entre 120 e 200 g
- Alto Bloom: força do gel acima de 200g

Muyonga *et al.*, 2004, relata que as variações no valor de Bloom está ligado a diferentes espécies de peixes, isto acontece provavelmente em razão das diferenças na composição de aminoácidos e no tamanho das redes de proteína. Como resultado, as propriedades funcionais de força de gel ou Bloom, como a capacidade de formar espuma e viscosidade de gelatinas podem ser variáveis (BORDIGNON, 2010).

A viscosidade é uma característica muito importante, pois ela dita também o caráter da gelatina, pois aumenta com a elevação do valor de Bloom. A fluidez de uma solução de gelatina é muito importante e influencia consideravelmente as propriedades de processamento. Em geral, a viscosidade aumenta com a elevação da força de gelificação (Bloom). No entanto, a viscosidade também é influenciada pelo tipo de matéria-prima e pelo processo usado para produzir a gelatina. Por exemplo, a gelatina produzida pelo processo alcalino é mais viscosa do que a gelatina produzida pelo processo ácido, mesmo que a consistência do gel seja a mesma (GELITA, 2010).

Enquanto a gelatina é muito estável na sua forma de gel, vários fatores tais como pH, temperatura ambiente ou carga microbiana, podem causar uma hidrólise da cadeia da proteína, acarretando não só uma menor viscosidade, mas também uma diminuição no Bloom. Assim, é muito importante proteger a gelatina de temperaturas elevadas e de pH baixo por longos períodos de tempo (ROUSSELOT, 2010).

Gómez-Guillén *et al.*, (2002) relatam que a gelatina de diferentes espécies de peixes apresenta diferentes propriedades viscoelásticas, embora a composição de aminoácidos pode ser semelhante.

A clareza de uma solução de gelatina é um fator crítico em suas aplicações, sejam elas técnicas ou alimentícias. É também um indicador da eficiência do processo de filtração. As soluções de gelatina tornam-se mais turvas à medida que o pH da solução aproxima-se do ponto isoelétrico. Com a força de gel elevada, a cor amarelada, típica da gelatina, diminui. Este tipo de gelatina de alto Bloom é utilizada sempre que uma interferência de cores for desejada. Sendo assim, o importante é escolher o tipo de gelatina de acordo com as propriedades desejadas para a aplicação (FOOD, 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matérias-Primas

As bexigas natatórias dos peixes Pescada-Branca (*Cynoscion leiarchus*) e Bagre (*Bagre bagre*) foram obtidas no Entreposto Pesqueiro em Aracaju- SE, conforme podem ser observadas através das Figuras 6 e 7 respectivamente. Todas as operações realizadas para obtenção do Isinglass podem ser visualizadas através do Fluxograma da Figura 8.

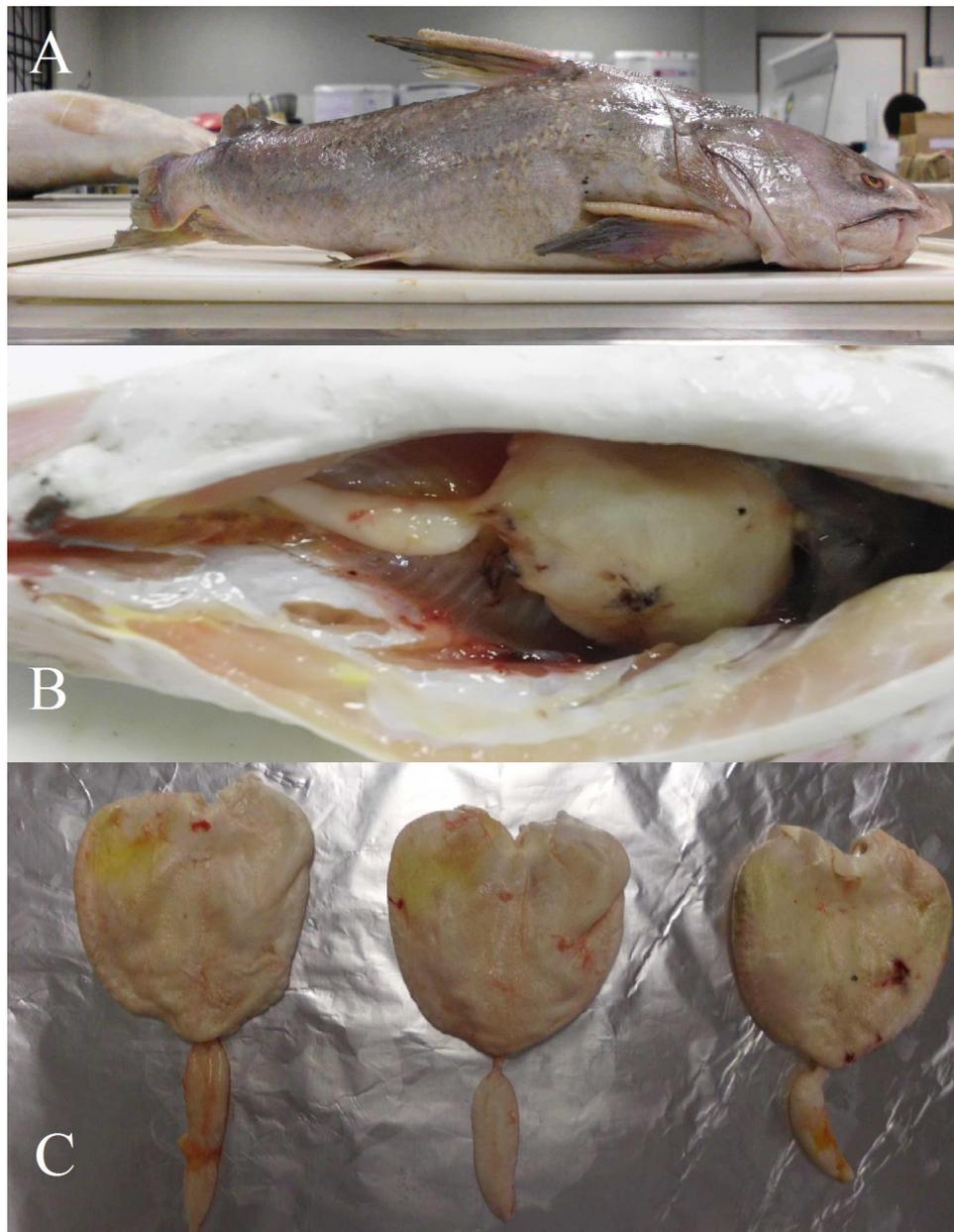


Figura 6 - (A) Bagre (*Bagre bagre*). (B) Visualização da bexiga natatória do Bagre. (C) Bexigas natatórias de Bagre



Figura 7 - (A) Pescada-Branca. (B) Visualização da bexiga natatória da Pescada-Branca (*Cynoscion leiarchus*). (C) Bexiga natatória da Pescada-Branca.

4.2 Pré-tratamento das amostras

As bexigas foram pesadas, lavadas com água destilada em torno de 10°C e imersas em uma solução de NaCl 0,8M por 10 minutos, afim de remover as proteínas sarcoplasmáticas, componentes solúveis, lipídios e outras substâncias que podem catalisar a degradação das proteínas e novamente lavadas com água destilada (FERNANDES et al., 2008).

4.3 Extração do colágeno

Após testes preliminares de extração, as bexigas pré-tratadas foram cortadas em pedaços de cerca de 5mm. Para as bexigas de cada espécie foram empregados dois tratamentos:

Bexigas de Bagre - T1BA, imersão das bexigas em solução de ácido acético 0,5M e T2BV, imersão das bexigas em vinagre de álcool comercial, ambos na mesma proporção de 1:30 (g de bexiga/mL de solução).

Bexigas de Pescada Branca - T1PA, imersão das bexigas em solução de ácido acético 0,5M e T2PV, imersão das bexigas em vinagre de álcool comercial, ambos na mesma proporção de 1:50 (g de bexiga/mL de solução).

Para extração do colágeno, utilizou-se a metodologia de Fernandes et al., (2008) com modificação na quantidade dos dias de imersão, usando o tempo de imersão de cerca de 48h a 4°C. Após esse período, o material foi filtrado em tecido tipo gaze, separando-se o gel solúvel da fração insolúvel, obtendo-se assim uma solução de colágeno. A modificação feita visou à possibilidade da realização da produção de “isinglass” por pescadores artesanais.

4.4 Extração da gelatina (“isinglass”)

A solução filtrada de cada tratamento foi aquecida em banho-maria por 2 horas à 55°C, obtendo-se assim uma solução de gelatina, a qual foi colocada em bandejas plásticas e levadas a estufa com circulação e renovação de ar à 50°C para formação de filmes – “Isinglass”. Todas as operações realizadas para obtenção do Isinglass podem ser visualizadas através do Fluxograma da Figura 8.

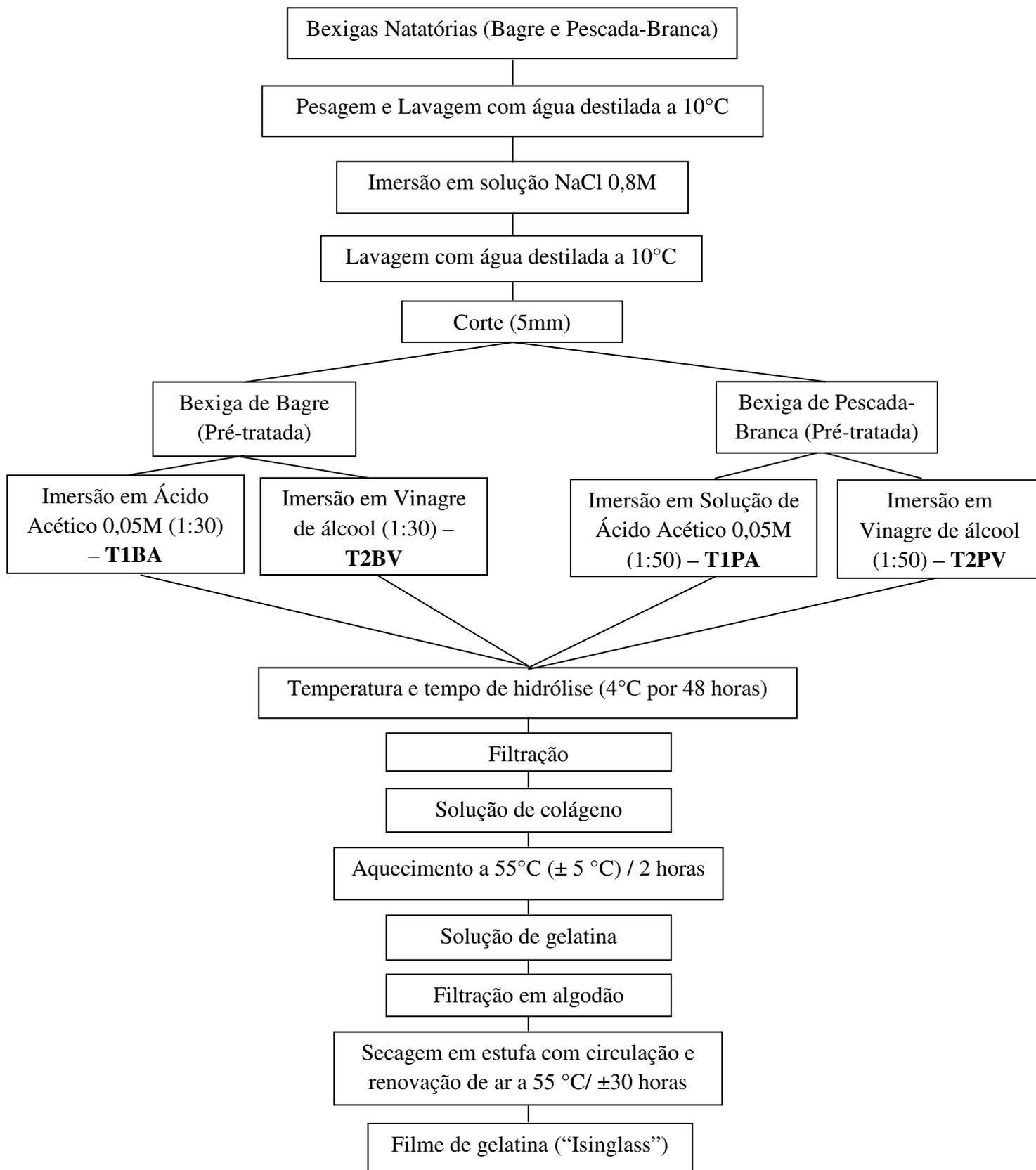


Figura 8 - Fluxograma de obtenção da gelatina ("Isinglass") de bexigas natatórias.

4.5 Rendimento das bexigas e da gelatina

O rendimento das bexigas foi calculado em relação ao peso do peixe inteiro e o rendimento da gelatina de acordo com o peso das bexigas usadas na extração, sendo baseado nas equações (1) e (2) abaixo:

$$(1) \quad \text{Rendimento das bexigas} = \frac{\text{peso da bexiga}}{\text{peso do peixe}} \times 100$$

$$(2) \quad \text{Rendimento da gelatina} = \frac{\text{peso da gelatina}}{\text{peso das bexigas}} \times 100$$

4.6 Caracterização química das bexigas natatórias e dos “isinglasses”

4.6.1. Umidade

A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C por 16 horas, segundo metodologia da A.O.A.C. (1997). O resultado baseia-se na perda de massa ocorrida durante a secagem.

4.6.2 Proteína

O percentual de proteína contido no isinglass foi determinado através do método de Kjeldahl (A.O.A.C., 1997). O fator de correção utilizado para a gelatina foi de 5,55 e para as bexigas de 6,25 (GREENFIELD & SOUTHGATE, 1992).

4.6.3 Lipídeos

Os lipídios totais foram determinados pelo método de extração Soxhlet, segundo A.O.A.C. (1997).

4.6.4 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla, de acordo com a A.O.A.C. (1997).

4.7 Determinação de pH da solução de “isinglass”

O valor de pH das gelatinas foi medido através de pHmetro conforme descrito no artigo nº 433 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1952).

4.8 Caracterização reológica

4.8.1 Força de gel

O método Bloom foi utilizado para a determinação da dureza (CHOI & REGENSTEIN, 2000) a partir de soluções de gelatina a 6,67% (p/p), através do “Brookfield CT3 Texture Analyzer e probe TA10 (12.7mm cylinder probe - clear acrylic 5g - 35mm length with sharp edge - gelatin Bloom probe) com os ajustes de 0.5 mm.s^{-1} de velocidade de penetração e distância de penetração de 4 mm a partir da superfície, conforme pode ser visualizado na Figura 9.



Figura 9 - (A) Equipamento CT3 Texture Analyzer. (B) Momento da depressão de 4mm da superfície da gelatina.

4.8.2 Viscosidade

Para a determinação da viscosidade, o isinglass foi dissolvido em água destilada 3,3% (p/p), aquecida a 60°C em banho-maria. Em seguida foi realizada a leitura de acordo com Arnesen & Gildberg (2002), com modificação na velocidade de rotação, utilizando um viscosímetro LVT Brookfield equipado com spindle nº 1 a 60

rpm na temperatura de 60 °C e redução da temperatura até que as soluções se gelificassem.

4.9 Análise de cor

Para a análise da cor do isinglass foram obtidos filmes de solução de gelatina a 3,3% (p/p), utilizando-se a metodologia proposta por GENNADIOS *et al.*, (1996). Os valores de L^* , a^* , b^* , C^* e h foram determinados com aparelho colorímetro Minolta modelo CR 400 e usando-se os padrões CIE Lab (Figura 10).

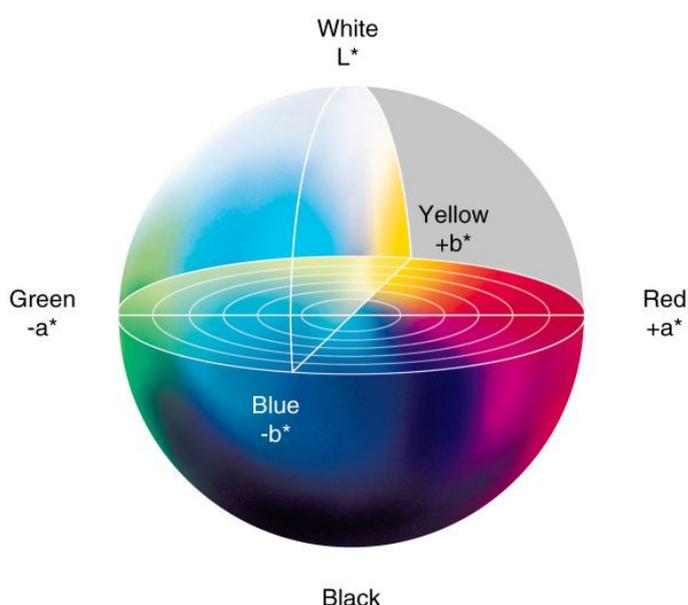


Figura 10 - Esfera cromática CIE lab. Fonte: Minolta, 1998.

4.10 Ponto de fusão

A determinação do ponto de fusão foi baseada na metodologia apresentada por Choi & Regenstein (2000). Alíquotas de 5 mL de soluções de gelatina 3,3% foram transferidas para tubos de ensaio, e aquecidas em banho-maria a 60 °C por 15 min. Posteriormente, os tubos foram resfriados em banho de gelo e armazenados a 10 °C em refrigerador por 17 ± 1 h. Para determinação do ponto de fusão, foram adicionadas cinco gotas de indicador (75% de clorofórmio e 25% de corante azul de metileno) sobre o gel. Os tubos foram colocados em banho-maria termostatizado a 10°C, e aquecido até o momento em que as gotas do indicador começaram a se mover para o interior do gel.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises foram realizadas em triplicata e a média dos resultados foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Rendimento das bexigas e dos “isinglasses”

O rendimento da bexiga, em relação ao peso inteiro do peixe, foi de 2,42% para o Bagre e de 2,87% para a bexiga de Pescada-Branca. Para a Pescada-Branca esse valor é um pouco maior haja vista o tamanho do peixe, já que o mesmo é maior do que o Bagre. Porém essas diferenças de tamanhos tanto do peixe como das bexigas é decorrente da sazonalidade, nutrição, sexo, entre outros fatores.

Os rendimentos dos “isinglasses” obtidos de bexigas de Bagre e de Pescada Branca estão apresentados nas tabelas 2 e 3, respectivamente. Para os isinglasses obtidos de Bagre não houve diferença significativa entre os dois tratamentos.

Tabela 2. Rendimento dos “isinglasses” obtidos da bexiga de Bagre com ácido acético e vinagre de álcool comercial.

Bexiga	Tratamento	Rendimento (%)
Bagre	Ácido Acético (T1BA)	24,55 ^a
	Vinagre de álcool comercial (T2BV)	24,05 ^a

T1BA – Bagre e ácido acético 0,05M. T2BV – Bagre e vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Tabela 3. Rendimento dos “isinglasses” obtidos da bexiga de Pescada Branca com ácido acético e vinagre de álcool comercial.

Bexiga	Tratamento	Rendimento (%)
Pescada Branca	Ácido Acético (T1PA)	39,26 ^a
	Vinagre de álcool comercial (T2PV)	34,90 ^b

T1PA – Pescada Branca e ácido acético 0,05M. T2PV – Pescada Branca com vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Já para os “isinglasses” de Pescada Branca houve diferença significativa entre os tratamentos, onde para o tratamento com ácido acético 0,05M se obteve o melhor rendimento, 39,26%. Pode se observar que houve uma tendência de melhor eficiência de extração com o ácido acético 0,05M em relação ao vinagre, entretanto, esta diferença só foi significativa para os tratamentos da espécie Pescada Branca, não ocorrendo em relação aos tratamentos do Bagre. Koochekian et al., 2006 (2006) relatou valores de rendimentos mais baixos (18, 22 e 28%) de gelatina extraída de três diferentes espécies

de Esturjão, em relação aos encontrados nesse experimento. Bastos & Nunes (1973) encontraram valores de 19,7% e 22,2% para o isinglass de Pescada-Amarela, extraído com água quente, enquanto no presente experimento a extração foi com solução de ácido orgânico.

Segundo Tavakolipour (2011), ácidos orgânicos como o ácido lático e o ácido acético são melhores do que o ácido clorídrico e sulfúrico, devido a estes causarem maior desnaturação do colágeno, o rendimento da gelatina pode ser maior, porém as propriedades de qualidade (força de gela, viscosidade) da mesma são inferiores. O referido autor, também comparou a extração com solução ácida e com solução alcalina e encontrou rendimentos de 7,5% para o tratamento ácido e 6,5% para o tratamento alcalino, com peles de Carpa. No presente experimento, a extração ocorreu com soluções de ácido acético e com vinagre e a baixas temperaturas (8-10 °C), porém em um maior intervalo de tempo. Segundo Kolodziejaska et al., (2008) a solubilização do colágeno é maior em maiores temperaturas, além da diferença no rendimento estar ligado a quantidade de colágeno presente na matéria-prima, por exemplo, ossos possuem menos colágeno do que peles.

Segundo Giménez et al., (2005), o rendimento de gelatina de pele de diferentes espécies de peixes podem variar entre 5,5 a 21% do peso da matéria-prima. O rendimento de extração de gelatina de pescado é inferior ao da gelatina de mamíferos, que é aproximadamente entre 6% e 19% (expresso em gramas de gelatina seca por 100 gramas de pele limpa).

Considerando que os valores dos rendimentos de gelatina podem variar em função da composição centesimal das peles, do conteúdo em colágeno e da quantidade de componentes solúveis presentes nas peles, que, por sua vez, variam com o método de extração empregado e com a idade e espécie do peixe utilizado (Muyonga et al., 2004; Jongjareonrak et al., 2006), é provável que isto também pode ocorrer com a gelatina das bexigas natatórias.

6.2 Composição química das bexigas e dos “isinglasses”

6.2.1 Composição centesimal das bexigas

Na Tabela 4, constam os resultados das análises de composição centesimal das bexigas in natura de Bagre e Pescada-Branca.

Tabela 4 - Composição centesimal das bexigas in natura de Bagre e Pescada Branca.

Peixe	Composição centesimal (%)			
	Proteína	Umidade	Cinzas	Lipídeos
Bagre	32,72 ± 0,65 ^a	63,89 ± 1,28 ^a	1,81 ± 0,04 ^a	1,53 ± 0,03 ^a
Pescada Branca	34,60 ± 0,69 ^b	61,58 ± 1,23 ^a	1,90 ± 0,04 ^b	1,38 ± 0,03 ^b

Obs: As médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Os teores de proteína encontrados nas bexigas de Bagre e de Pescada-Branca foi de 32,72% e 34,60%, respectivamente, onde a bexiga de Bagre diferiu significativamente da de Pescada Branca, sendo está última caracterizada por maior valor proteico. Segundo Songchotikunpan et al., (2008), é no teor de proteína que se pode prever qual será a produção máxima de gelatina extraída. Valores de proteína próximos foram encontrados para as bexigas de Esturjão, 32% (KOOCHÉKIAN et al., 2006).

A umidade das bexigas de Bagre e Pescada-Branca foram na ordem de 63,89% e 61,58%, respectivamente, situando-se levemente abaixo daquele encontrado por Koochekian et al., (2006) que foi de 65%. Segundo Bordignon (2010), há uma relação de proporcionalidade entre a umidade e a proteína da matéria-prima, portanto se a umidade é mais baixa, consequentemente a proteína é mais elevada, o que pode ser constatado nos valores de umidade e proteína deste experimento. Porém, não houve diferença significativa entre os dois tipos de bexigas.

O teor de cinzas das bexigas encontrado foi de 1,81% para bexiga de Bagre e 1,90% para a bexiga de Pescada Branca, onde as duas diferiram significativamente apesar de valores bem próximos. No estudo de Koochekian et al., (2006), o valor encontrado é inferior ao desse experimento, 0,5%.

Quanto ao teor de lipídeos, houve diferença significativa entre a bexiga de Bagre (1,53%) e a bexiga de Pescada-Branca (1,38). Estes valores foram inferiores ao encontrado por Koochekian et al., (2006), que foi de 2,5% em bexigas de esturjão. A composição corporal de pescado pode variar de acordo com a época do ano, sexo, idade e estado nutricional (OGAWA, 1999). Isso pode explicar as variações nos teores encontrados na literatura e os obtidos nesse experimento.

6.2.2 Composição centesimal dos “isinglasses”

A composição centesimal dos “isinglasses”, (proteína, umidade, cinzas e lipídeos) estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6, como também de uma gelatina comercial bovina para efeito comparativo.

Tabela 5. Composição centesimal e pH dos “isinglasses” obtidos da bexiga natatória de Bagre e da gelatina comercial bovina.

Isinglass	Composição centesimal (%)				pH
	Proteína	Umidade	Cinzas	Lipídeos	
T1BA	82,82 ± 0,48 ^a	14,81 ± 0,45 ^a	1,16 ± 0,10 ^a	0,92 ± 0,08 ^a	3,80 ± 0,11 ^a
T2BV	81,99 ± 0,53 ^a	14,87 ± 0,47 ^a	1,20 ± 0,08 ^a	0,99 ± 0,06 ^a	3,95 ± 0,12 ^a
GCB(*)	85,10 ± 0,70 ^b	12,41 ± 0,10 ^b	0,61 ± 0,01 ^b	1,00 ± 0,01 ^a	5,80 ± 0,13 ^b

T1BA – Bagre e ácido acético 0,05M. T2BV – Bagre e vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

(*) Gelatina comercial bovina.

Tabela 6. Composição centesimal e pH dos “isinglasses” obtidos da bexiga natatória de Pescada Branca e da gelatina comercial bovina.

Isinglass	Composição centesimal (%)				pH
	Proteína	Umidade	Cinzas	Lipídeos	
T1PA	82,98 ± 0,04 ^{a, b}	13,15 ± 0,61 ^a	1,39 ± 0,43 ^a	0,93 ± 0,04 ^a	3,90 ± 0,05 ^a
T2PV	82,82 ± 0,82 ^a	13,02 ± 0,48 ^a	1,42 ± 0,42 ^a	0,95 ± 0,04 ^a	3,90 ± 0,10 ^a
GCB(*)	85,10 ± 0,70 ^b	12,41 ± 0,10 ^a	0,61 ± 0,01 ^b	1,00 ± 0,01 ^a	5,80 ± 0,10 ^b

T1PA – Pescada Branca e ácido acético 0,05M. T2PV – Pescada Branca com vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

(*) Gelatina comercial bovina.

Os teores de proteína dos “isinglasses” foram para T1BA de 82,82%, T2BV de 81,99%, T1PA 83,98% e T2PV de 82,82%. Para os isinglasses do Bagre não houve diferença significativa entre os dois tratamentos, porém houve diferença em relação a

gelatina comercial bovina, podendo-se assim supor que, tanto a solução de ácido acético 0,05M e o vinagre solubilizam quantidades similares de colágeno durante a extração. Em relação aos isinglasses da Pescada Branca, houve diferença significativa entre os dois tratamentos, porém o tratamento com o ácido acético (T1PA) obteve valor similar ao da gelatina comercial bovina, não diferindo significativamente entre si.

Estes teores foram similares ao encontrado por Koochekian et al., (2006) para o isinglass de esturção e levemente abaixo para o encontrado por Bastos & Nunes (1973), para o isinglass de Pescada Amarela, o que pode ser justificado em função de serem utilizados métodos diferentes de extração (Tabela 7). Cheow et al., (2007), encontraram teores de proteína de 69,2% e 68,7% para gelatina de pele de Corvina e Cavala, respectivamente, enquanto que Koli et al., (2011) encontrou teor de proteína de 82,50% para a gelatina de osso de Corvina.

Tabela 7. Composição centesimal e pH dos “isinglasses” encontrados na literatura.

Isinglass (dados da literatura)	Composição centesimal (%)				pH
	Proteína	Umidade	Cinzas	Lipídeos	
Koochekian et al., (2006)	82,50	5,20	0,01	5,60	6,30
Bastos & Nunes (1973)	84,10 - 91,80	4,7 - 12,4	0,5 - 3,6	0,2 - 3,8	-

Os valores de umidade foram de 14,81%, 14,87%, 13,15% e 13,02% para o isinglass T1BA, T2BV, T1PA e T2PV, respectivamente. Valores bem acima do encontrado por Koochekian et al., (2006) e próximos aqueles na faixa encontrada por Bastos & Nunes (1973).

O teor de cinzas foi de 1,16% para T1BA, 1,20% para T2BV, 1,39% para T1PA e 1,42% para T2PV. Tanto para os dois tratamentos para o Bagre como para a Pescada Branca, não houve diferença significativa, diferindo apenas da gelatina comercial bovinas nas duas espécies de peixes. Todos os valores encontrados estão de acordo com o que é preconizado no artigo nº433 do RIISPOA, onde a gelatina comestível não pode conter mais do que 2% de cinzas. Esses valores foram bem abaixo do teor encontrado por Koochekian et al., (2006). Esse alto teor de cinzas no estudo do autor supramencionado pode ser devido ao uso de sal em maiores concentrações que

sofreram as bexigas para sua conservação e/ou de uma lavagem ineficiente. Já valores semelhantes foram relatados por Bastos & Nunes (1973).

O teor de lipídeos foi de 0,92%, 0,99%, 0,93%, 0,95% para T1BA, T2BV, T1PA e T2PV, respectivamente. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos nas duas espécies de peixes e nem entre a gelatina comercial bovina. Pode-se observar que tanto T1BA como T1PA obtiveram menos valores de lipídeos, isso pode ser explicado, devido a ação de emulsificação da gordura com o ácido acético (JÚNIOR & VARANDA, 1999) e esse ter sido mais retido durante o processo de filtração. Já para T2BV e T2PV esses valores foram maiores, possivelmente devido a pouca emulsificação do ácido acético contido no vinagre com a gordura. O vinagre é um condimento obtido por fermentação acética de soluções alcoólicas diluídas, um dos fatores que afetam sua qualidade é a fermentação e clarificação inadequadas (Aquarone et al., 2001), podendo isso afetar a emulsificação da gordura. Teor semelhante foi encontrado por Bastos & Nunes (1973), 0,5 a 3,8%. Valor maior foi descrito por Koochekian et al., (2006) para isinglass de Esturjão. Koli et al., (2011) encontrou valores semelhantes para gelatina de pele de Corvina, 0,85%.

Os valores de pH de T1BA, T2BV, T1PA e T2PV foram de 3,80; 3,95; 3,90; 3,90, respectivamente, para um solução de 12,5%. Não houve diferença significativa entre os tratamentos das duas espécies, diferindo significativamente apenas da gelatina comercial. Valores esses bem abaixo do encontrado por Koochekian et al., (2006), onde as bexigas sofreram processo de salga e extração da gelatina por água quente. Esse baixo valor de pH encontrado é explicado devido ao processo de extração ácido ao qual foi submetida as bexigas de Bagre e Pescada Branca. Para a gelatina de pele de corvina, foi encontrado o valor de 4,52 em 1% de solução, onde também foi usado um processo ácido de extração de gelatina. Valor semelhante ao desse estudo foi relatado por Cheow et al., (2007), para gelatina de pele de Corvina, 3,35, onde estas também foram extraídas por um processo ácido.

6.3 Caracterização reológica do “isinglass”

6.3.1 Força de gel do “isinglass” e da gelatina comercial bovina

Os valores médios de força de gel dos “isinglasses” de Bagre e da Pescada Branca estão apresentados nas Tabelas 8 e 9, como também de uma gelatina comercial

bovina, para efeito comparativo. As forças de gel encontradas foram 140,47 gf; 68,07 gf; 151,22 gf; 78,30 gf e 230,97 gf para T1BA, T2BV, T1PA, T2PV e GCB - gelatina comercial bovina.

Houve diferenças significativas entre os tratamentos para ambas as espécies, como também em relação à gelatina comercial bovina. Os “isinglasses” obtidos com tratamento com vinagre (T2BV e T2PV) apresentaram os mais baixos valores de força de gel. Já os tratamentos com ácido acético foram os que obtiveram melhores valores e são considerados de médio Bloom conforme Rousellot (2010).

Tabela 8- Força de gel dos “isinglasses” obtidos da bexiga natatória do Bagre e da gelatina comercial bovina.

Amostra	Força de gel
T1BA	140,47 ^a
T2BV	68,07 ^b
GCB(*)	230,97 ^c

T1BA – Bagre e ácido acético 0,05M. T2BV – Bagre e vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

(*) Gelatina comercial bovina.

Tabela 9- Força de gel dos “isinglasses” obtidos da bexiga natatória da Pescada Branca e da gelatina comercial bovina.

Amostra	Força de gel
T1PA	151,22 ^a
T2PV	78,30 ^b
GCB(*)	230,97 ^c

T1PA – Pescada Branca e ácido acético 0,05M. T2PV – Pescada Branca com vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

(*) Gelatina comercial bovina.

A força de gel é a principal característica reológica de uma gelatina e também é denominada como Bloom. Conforme Rousellot (2010) valores de médio Blom estão na faixa de 120-200 gf, enquanto que para Yajima et al., (2011) situam-se entre 15 e 220 gf. Valores baixos de Bloom foram citados na literatura por Giménez et al., (2005),

11,7 gf, em produtos utilizando concentrações diferentes de ácido cítrico, enquanto, Tavakolipour (2011) também relatou valor bem baixo para gelatina extraída por método ácido, correspondendo a 84 gf. Valores de médio Bloom como os dos tratamentos com ácido acético (T1BA e T1PA) foram encontrados por Koli et al., (2011), Pranoto et al., (2011), com gelatina de pele de corvina e por Jongjareonrak et al., (2010), em gelatina de pele de Bagre cujos valores foram 140, 159 e 153 gf, respectivamente.

Choi & Regenstein (2002) também obtiveram gelatina de pele de tilápia com valores de baixo Bloom, 95 g e relataram que o pH baixo e o uso de NaCl durante o processamento diminuem a força de gel da gelatina. Segundo Bueno (2008), neste tipo de ensaio Bloom (4mm de penetração) a distância de penetração é muito pequena e a probe na maior parte desta distância estará em contato com a fração lipídica muito mais frágil que a gelatina, acarretando um resultado subestimado, além de que, a medida padrão do valor Bloom pode fornecer uma impressão incorreta do potencial de força de gel de gelatinas de peixe, pois ao longo do tempo de estocagem ocorre um aumento desta. De acordo com Babel (1996) e Haug et al., (2004), esse aumento da força de gel durante a estocagem é principalmente atribuído à regeneração das estruturas de hélice entre as cadeias peptídicas da gelatina, devido à formação de pontes de hidrogênio entre aminoácidos hidroxilados e moléculas de água incorporadas às cadeias proteicas. Outra hipótese para diferenças na força de gel é que estas moléculas de gordura, presentes em maior quantidade no T2BV e T2PV, estejam distribuídas ao longo da rede de gel através de ligações químicas, enfraquecendo o gel formado.

Os valores de força de gel, encontrados no presente experimento, também podem ser atribuídos aos valores de pH, já que esses situaram-se na faixa ácida, pois segundo Gudmundsson & Hafsteinsson (1997) e Kasankala et al., (2007), a força de gel também depende do pH, onde em pH mais neutros se obtém maiores força de gel. Entretanto, a força de gel ou Bloom de uma gelatina apenas direciona o tipo de aplicação da mesma. Gelatinas com baixo valor de Bloom podem ser usadas em produtos alimentícios refrigerados, onde a temperatura sempre se mantenha baixa, para ajudar na formação da rede de gel, como também pode ser usada no fabrico de comprimidos (KOLI et al., 2011; TAVAKOLIPOUR, 2011; ROUSSELOT, 2010).

Um fator a ser considerado para o baixo valor de Bloom dos “isinglasses”, é que pode ter havido uma hidrólise intensa devido a ação do ácido com a bexiga (48h), sendo necessária o uso de condições mais brandas no processo de extração e/ou também devido a possíveis impurezas do vinagre comercial.

6.3.2 Viscosidade do “isinglass” e da gelatina comercial bovina

As curvas de viscosidades dos “isinglasses” de Bagre e da Pescada Branca estão apresentadas na Figura 11 e 12, respectivamente e da gelatina comercial bovina para efeito comparativo. Pode-se observar que na temperatura inicial de 60 °C todas as gelatinas obtiveram valores bem baixos, cerca de 3 mPa.s, porém a medida que a temperatura ia diminuindo a viscosidade ia aumentando, principalmente em temperaturas abaixo de 30 °C.

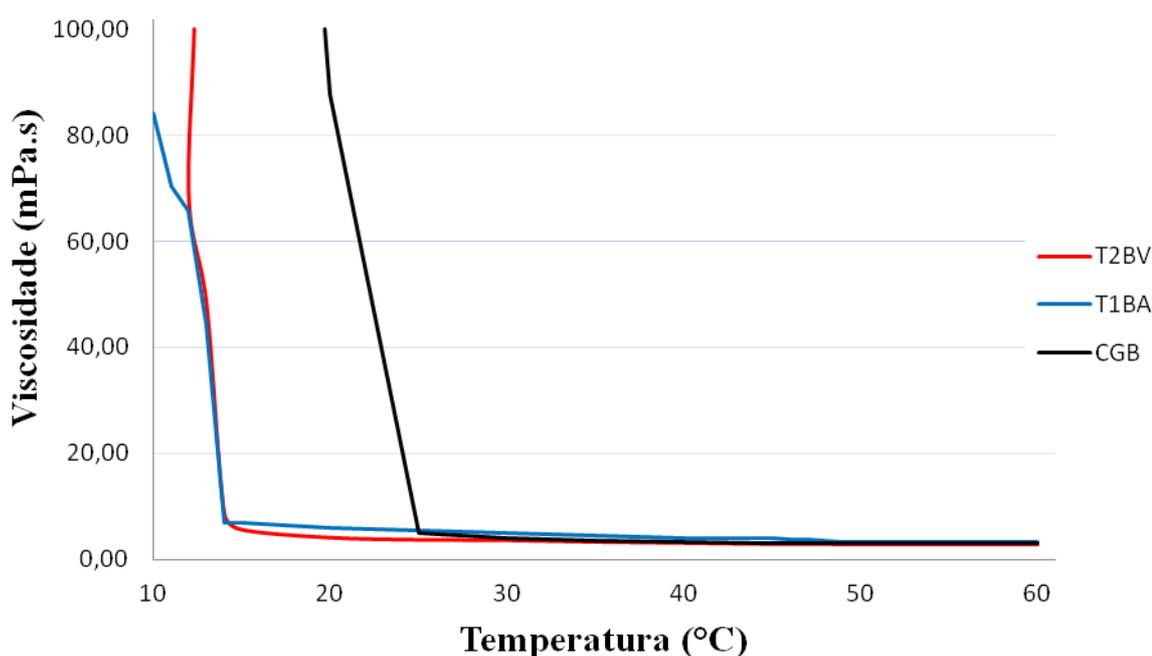


Figura 11 - Viscosidade do “isinglasses” de bexiga natatória de Bagre e da gelatina bovina comercial. T1BA – Bagre e ácido acético 0,05M. T2BV – Bagre e vinagre de álcool comercial.

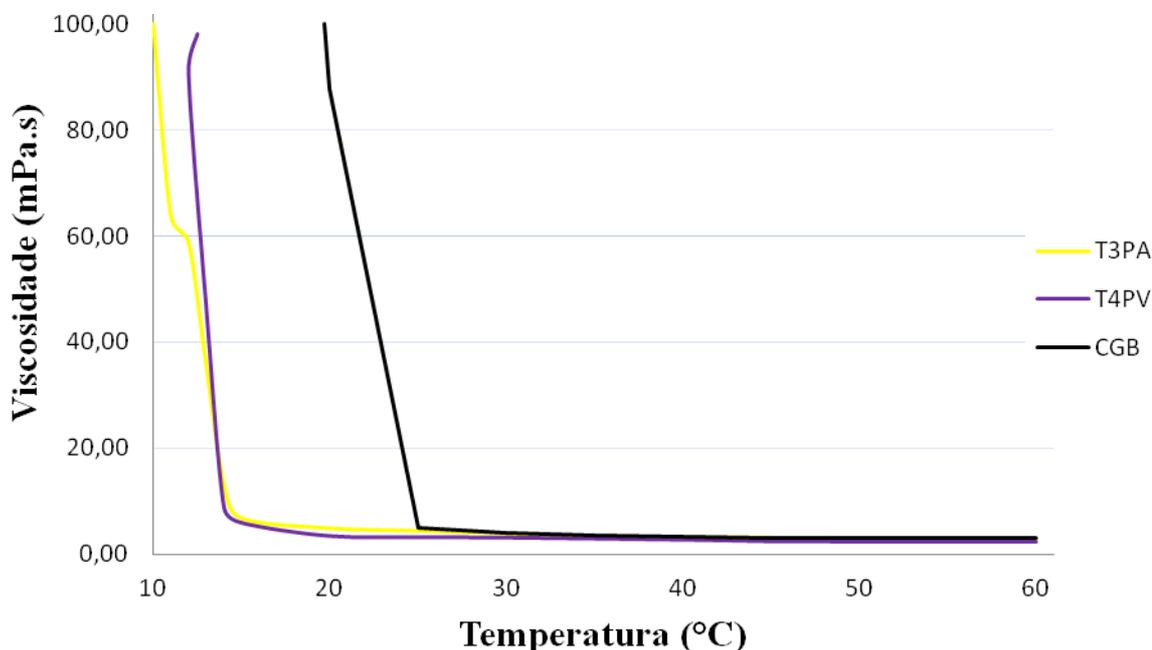


Figura 12 - Viscosidade do “isinglasses” de bexiga natatória de Pescada Branca e da gelatina bovina comercial. T1PA – Pescada Branca e ácido acético 0,05M. T2PV – Pescada Branca com vinagre de álcool comercial.

Para os “isinglasses”, T1BA, T2BV e T2PV o aumento da viscosidade se deu a partir dos 15°C, enquanto que para T1PA essa temperatura foi um pouco menor, cerca de 20°C. Com isso pode-se supor que T1PA tem maior viscosidade se comparada ao T2PV. O valor da viscosidade aumenta juntamente com a elevação da força de gel e com isso podemos verificar de fato que os “isinglasses” T1BA, T2BV e T3PV obtiverem menores valores de força de gel, sendo confirmado aqui com também menores viscosidades. Todas as amostras gelificaram antes ou na temperatura de 10 °C (temperatura considerada de gelificação da gelatina), porém T2BV e T2PV conseguiram gelificar antes, 12,3 °C e 12,5 °C, alcançando valores de 100 mPa.s e 98,2 mPa.s.

Já para a gelatina comercial bovina, esta gelificou em temperatura mais alta em comparação a temperatura dos “isinglasses”, 19,7 °C, possuindo assim maior viscosidade do que as dos “isinglasses”. Para temperaturas acima de 35 °C, a gelatina resulta em soluções com viscosidade entre 1,5 e 5 mPa.s (ROUSSELOT, 2010), isso é observado nas Figura 11 e 12, onde na faixa de temperatura de 35-60 °C se obteve valores entre 2,40 e 4,40 mPa.s. Comportamento semelhante foi observado por

Arnensen & Gildberg (2007), onde se mediu a viscosidade da gelatina de pele de Salmão, porém nas temperaturas entre 60-20 °C obteve valores mais altos do que os encontrados nesse experimento, cerca de 20 a 40 mPa.s. Contudo na temperatura de gelificação os valores relatados foram semelhantes aos desse experimento, alcançando valores acima de 80mPa.s. Na literatura é difícil encontrar estudos utilizando a forma de curva de viscosidade, sendo relatados normalmente valores de viscosidade a temperatura de 60°C, como por exemplo Tabarestani et al., 2010, que encontrou valores variando de 1,26 a 3,53 mPa.s para pele de Truta, valores estes similares ao desse experimento na mesma temperatura, 2,40 a 3,30 mPa.s. Jamilah & Harvinder (2002) também apresentaram valores semelhantes, 3,2 cP e 7,12 cP (cP = mPa.s) para Tilápia preta e vermelha, respectivamente. E ainda Yang et al.,(2008) que encontrou o valor de 3,23 cP para gelatina de pele de Bagre.

A viscosidade é a segunda mais importante propriedade de uma gelatina e ela varia de acordo com seu peso molecular, distribuição do tamanho das proteínas, pH, concentração da solução, temperatura e das condições utilizadas na extração (JOHNSTON-BANK, 1983; CHO et al., 2006; ARNESEN & GILDBERG, 2007; GUDMUNDSSON & HANFSTEISSON, 1997; JONGJAREONRAK et al., 2011; TABARESTANI et al., 2010). Dentre essas, o pH é o mais responsável por influenciar na medida de viscosidade, sendo ideais pH de 6-8 Stainsby (1987), uma vez que a permanência da gelatina em pH muito baixo faz com que esta sofra uma hidrólise da cadeia de proteína, resultando assim numa viscosidade menor e conseqüentemente uma força de gel menor também. Apesar da concentração de 6,67% ser estabelecida por empresas como a GME (Gelatine Manufacturer of Europe) e a GMIA (Gelatine Manufacture Institute of America), concentrações mais elevadas podem ser usadas em casos específicos, para assim obter maior viscosidade (ROUSSELOT, 2010).

6.4 Determinação de cor dos “isinglasses” e da gelatina comercial bovina

A aparência e coloração dos filmes de gelatina – “isinglasses”, de acordo com os tratamentos podem ser visualizados através da Figura 13, enquanto os valores médios de cor avaliados podem ser observados nas Tabelas 10 e 11.

Através do padrão *L*, onde a cor varia do preto ($L=0$) ao branco ($L=100$), podendo-se também considerar como brilho, observou-se que todas as amostras com

exceção da gelatina comercial bovina, não diferiram significativamente entre si, apresentando uma coloração mais escura em relação à gelatina bovina.

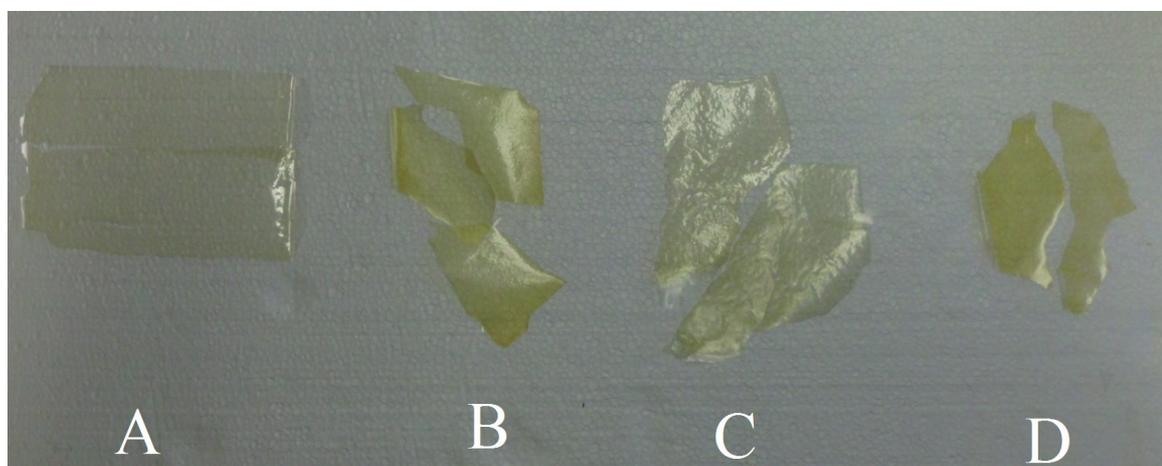


Figura 13 - Filmes de gelatina (“isinglasses”). (A) T1PA. (B) T2PV. (C) T1BA. (D) T2BV.

Obs: T1BA – Bagre e ácido acético 0,05M. T2BV – Bagre e vinagre de álcool comercial. T1PA – Pescada Branca e ácido acético 0,05M. T2PV – Pescada Branca com vinagre de álcool comercial.

Tabela 10. Cor dos “isinglasses” de bexigas natatórias de Bagre e da gelatina comercial bovina.

Amostra	L^*	a^*	b^*	C^*	h
T1BA	31,32 ^a	0,98 ^a	12,22 ^{a,b}	5,14 ^a	67,60 ^a
T2BV	33,58 ^a	-0,06 ^a	3,76 ^a	4,74 ^a	89,44 ^a
GCB	66,90 ^b	5,32 ^a	24,08 ^b	24,66 ^b	77,67 ^a

T1BA – Bagre e ácido acético 0,05M. T2BV – Bagre e vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Tabela 11. Cor dos “isinglasses” de bexigas natatórias da Pescada Branca e da gelatina comercial bovina.

Amostra	L^*	a^*	b^*	C^*	h
T1PA	34,36 ^a	-0,88 ^a	0,36 ^a	5,20 ^a	124,77 ^a
T2PV	34,48 ^a	-1,66 ^a	1,96 ^a	6,02 ^a	112,50 ^a
GCB	66,90 ^b	5,32 ^a	2 4,08 ^b	24,66 ^b	77,67 ^a

T1PA – Pescada Branca e ácido acético 0,05M. T2PV – Pescada Branca com vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Esse escurecimento pode ser atribuído a uma filtração ineficiente da gelatina antes de ir para formação de filmes, por isso a diferença entre os “isinglasses” e a gelatina comercial, como também devido às impurezas presentes no vinagre, como pode ser visto nas amostras T2BV e T2PV, que tiveram maior escurecimento/menor brilho. Para o padrão *a*, onde a variância de croma vai do vermelho (*a+*) ao verde (*a-*), todas as amostras não diferiram significativamente entre si. Já para o padrão *b*, onde a cor varia do amarelo (*b+*) ao azul (*b-*), houve uma diferença significativa entre a T1BA e T2BV, sendo T1BA mais amarelada do que as demais.

O parâmetro de saturação ou cromaticidade (C^*) sofre influência das coordenadas a^* e b^* , dessa forma à medida que estas duas variáveis aumentam os valores da saturação também aumentam. O aumento desse valor de cromaticidade evidencia um aumento nos pigmentos vermelho e amarelo, indicando maior saturação da cor. Os valores de todas as amostras com exceção do GCB não diferiram significativamente entre si, demonstrando que a cor da GCB é mais intensa do que as demais.

Jongjareonrak et al., (2010) encontrou valores próximos para os três padrões, $L= 20,43$; $a= -0,61$ e $b=1,36$ para gelatina de pele de Bagre e justificou que a diferença na cor das gelatinas são dependentes da matéria-prima utilizada. Valores também próximos foram relatados por Schmitz et al., (2010), onde encontrou $L= 53,98$; $a= -0,83$ e $b= 9,28$ para gelatina de pele de Corvina.

A turvação e a cor escura da gelatina são geralmente causadas pelas proteínas inorgânicas e contaminantes introduzidos ou não removidos durante a sua extração (KOLI et al.,2010). Segundo Koli et al., (2011), tanto a cor como a clareza da gelatina são importantes características e de acordo com essa cor que se dará a aplicação adequada para cada gelatina.

O parâmetro *h* (Hue) quer dizer matiz e é definido como sendo a família da cor e seus valores foram de 67,60; 89,44; 124,77; 112,50; 77,67 respectivamente para T1BA, T2BV, T1PA, T3PV e GCB. T1BA, T2BV e GCB estão bem mais próximos da cor amarelada, cor essa característica de gelatina. Já T1PA e T2PV tiveram valores

maiores tendendo para o verde, porém nenhuma das amostras entre os tratamentos, incluindo GCB, diferiram entre si.

6.5 Determinação do ponto de fusão dos “isinglasses” e da gelatina comercial bovina

Nas tabelas 12 e 13 encontram-se as temperaturas médias de fusão dos isinglasses de Bagre e de Pescada Branca, respectivamente.

Pode-se observar, que o tratamento das bexigas com ácido acético em ambas as espécies foi o que apresentou maiores temperaturas de fusão, indicando assim uma gelatina de melhor qualidade, o que também foi constatado pelo valor da força de gel. Não houve diferença significativa entre os “isinglasses” obtidos da bexiga natatória do Bagre, porém houve diferença em relação a gelatina comercial bovina.

Tabela 12. Ponto de fusão dos “isinglasses” obtidos da bexiga natatória de Bagre e da gelatina comercial bovina.

Isinglass	Ponto de fusão (°C)
T1BA	30,3 ± 0,75 ^a
T2BV	29,2 ± 1,15 ^a
CGB(*)	32,5 ± 1,02 ^b

T1BA – Bagre e ácido acético 0,05M. T2BV – Bagre e vinagre de álcool comercial.

Obs: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Para os pontos de fusão dos “isinglasses” de Pescada Branca não houve diferença significativa entre os tratamentos como também em relação a gelatina comercial bovina. As temperaturas de fusão dos “isinglasses” obtidos, a partir de bexigas natatórias, situaram-se superiores às relatadas por Tavakolipour (2011) o qual usou pele de carpa e tratamento ácido; Gómez-Guillén et al.,(2002) que usaram peles de linguado; Tabarestani et al., (2010) usaram pele de truta e de Biluca et al., (2011) onde utilizaram peles de bagre e tratamento ácido (Tabela 14).

Tabela 13. Ponto de fusão dos “isinglasses” obtidos da bexiga natatória de Pescada Branca e da gelatina comercial bovina.

Isinglass	Ponto de fusão (°C)
T1PA	31,4 ± 0,26 ^a
T2PV	30,6 ± 1,16 ^a
CGB(*)	32,5 ± 1,02 ^a

T1PA – Pescada Branca e ácido acético 0,05M. T2PV – Pescada Branca com vinagre de álcool comercial. Obs: As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

Tabela 14. Ponto de fusão de gelatinas de peixes encontrados na literatura.

Gelatina de peixe	Ponto de fusão (°C)
Tavakolipour (2011)	20,0
Gómez-Guillén et al., (2002)	21,0
Alfaro & Silva (2010)	27,0
Tabarestani et al, (2010)	23,0
Biluca et al., (2011)	22,2

O ponto de fusão mais elevado caracteriza melhores propriedades físicas e indica a possibilidade de obtenção de gelatina com propriedades mais similares as obtidas de mamíferos. Os valores de ponto de fusão são diretamente influenciados pela origem da matéria prima ou ainda o processo de extração (BILUCA et al., 2011, BORDIGNON, 2010; GUDMUNDSSON, 2002) .

A temperatura de fusão próxima à temperatura do corpo humano faz com que a gelatina seja uma ótima opção para o uso alimentício e farmacêutico em que o produto precisa derreter na boca ou se dissolver após a digestão (ROUSSELOT, 2010). Segundo Yiajima et al., (2011) a gelatina forma géis termoreversíveis com água que se fundem à temperaturas inferiores a 37 °C o que confere à gelatina características organolépticas únicas, principalmente quando comparadas a outros agentes gelificantes como: amidos, alginatos, pectina, agar, carragena e outros hidrocolóides de origem

vegetal, os quais não conferem a capacidade de fusão do gel na boca e às propriedades elásticas de um gel de gelatina. Ainda para estes autores, gelatinas de peixe que apresentam temperaturas de fusão inferiores às gelatinas de origem bovina e suínas, mostram-se vantajosas quando aplicadas em géis aromatizados, proporcionando uma rápida liberação dos aromas e sabores do produto na boca.

CONCLUSÃO

O rendimento das bexigas em relação ao peixe inteiro foi levemente maior para as bexigas de Pescada Branca em comparação a bexiga do Bagre (2,87% e 2,42, respectivamente). Já os rendimentos dos isinglasses para espécie do Bagre não diferiu significativamente entre os dois tratamentos, o mesmo não ocorreu para o rendimento da Pescada Branca, onde esse diferiu significativamente entre os dois tratamentos, sendo observado que tanto para os rendimentos dos “isinglasses” de Bagre como da Pescada Branca houve uma leve tendência de melhor eficiência de extração com o ácido acético 0,05M em comparação ao vinagre de álcool comercial.

Para a composição centesimal das bexigas de Bagre e de Pescada Branca, só não houve diferença significativa entre as espécies no componente umidade, diferenciando significativamente tanto para proteína, cinzas e lipídeos. O valor de proteína encontrado foi maior para a bexiga de pescada Branca (34,60%) em relação à bexiga do Bagre (32,72%), e é baseada nesse valor que se pode presumir a produção máxima de gelatina, onde realmente se constatou um rendimento de “isinglass” maior da Pescada Branca do que para o Bagre, apesar de ter havido diferença de proporções de solução de bexigas para cada espécie. Para a composição centesimal é relevante salientar que para o “isinglass” de Bagre houve diferença significativa em todos os componentes, exceto lipídeos, quando comparada a gelatina comercial bovina. Para a composição do “isinglass” da Pescada Branca somente o teor de cinzas não houve diferença significativamente entre os tratamentos como quando comparada a gelatina comercial bovina. Para ambas as espécies, é possível observar que o ácido acético 0,05M foi o que obteve maiores teores de proteína, indicando dessa forma uma gelatina de melhor qualidade. Os “isinglasses” tanto de Bagre como de Pescada Branca no tratamento com vinagre de álcool comercial obtiveram maiores teor de lipídeos, supondo-se assim que houve pouca emulsificação da gordura com o vinagre e isso por ter ocorrido devido à má qualidade do vinagre e também da gordura ter sido menos retida no processo de filtração. Os valores de pH em todos os tratamentos em ambas as espécies foram considerados ácidos quando comparados com os da literatura, em decorrência do método de extração.

Na caracterização reológica dos “isinglasses” e da gelatina comercial bovina, os valores foram de 140,47 gf, 68,07 gf, 151,22 gf, 78,30 gf e 230,97 gf para T1BA, T2BV, T1PA, T2PV e GCB - gelatina comercial bovina. Os isinglasses dos tratamentos com vinagre apresentaram baixos valores de Bloom (T2BV – 68,07 gf e T2PV – 78,90 gf) enquanto os demais apresentaram médio Bloom (T1BA – 140,47 gf e T1PA – 151,22 gf). Podemos ver que, como a Pescada Branca obteve teores mais elevados de proteína, na força de gel isso é comprovado por melhores forças de gel. Porém nenhum dos tratamentos em ambas as espécies se assemelharam a gelatina comercial bovina. Os baixos valores dos “isinglasses” podem ser atribuídos a uma hidrólise intensa devido à ação do ácido com as bexigas, sendo assim necessárias condições mais brandas no processo de extração. Os valores da viscosidade na temperatura inicial de 60 °C para todas as gelatinas (incluindo a gelatina comercial bovina) obtiveram valores baixos, cerca de 3 mPa.s, porém dentro do que se encontra na literatura. É importante salientar que todos “isinglasses” e a gelatina comercial bovina gelificaram antes ou na temperatura de 10 °C.

Em relação a cor, através do padrão L , a , h e para o parâmetro de saturação ou cromaticidade (C^*) observou-se que todas as amostras não diferiram significativamente entre si entre os tratamentos em cada espécie, apresentando uma coloração mais escura em relação a gelatina bovina, possivelmente devido a uma filtração ineficiente. Porém para o padrão b o tratamento T1BA foi semelhante a gelatina comercial bovina, apresentando uma coloração mais amarelada. O ponto de fusão dos “isinglasses” foram todos acima de 29,2°C, todos acima do que se encontra na literatura, porém para os tratamentos da Pescada Branca não houve diferença significativa entre os tratamentos e a gelatina comercial bovina.

De forma geral, os “isinglasses” obtiveram boas qualidades físicas e reológicas sendo altamente aproveitados para diversos fins tanto na indústria farmacêutica (fabrico de capsulas) como na alimentícia (coadjuvante em alimentos refrigerados para manutenção da rede de gel) e especialmente na clarificação de bebidas alcoólicas onde os “isinglasses” são utilizados em temperaturas baixas, auxiliando na remoção de substâncias causadoras de turbidez em bebidas. Tanto para a indústria farmacêutica

como para a alimentícia o “isinglass” seria fornecido como um produto de alto valor agregado, tornando rentável sua produção.

SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Inserir uma etapa de neutralização com soluções básicas no processo de extração a fim de tornar o pH da solução de “isinglass” mais próximo da neutralidade para dessa forma melhorar os atributos de qualidade (viscosidade, força de gel).

Realizar a extração a temperatura ambiente a fim de se obter possivelmente um rendimento mais elevado.

Efetuar a filtração em filtros whatman nº 4 e por mais de uma vez. Substituir a secagem dos “isinglasses” em bandejas de plástico por bandejas de inox cobertas por papel manteiga.

Realizar um delineamento experimental de acordo com a concentração das soluções de extração, tempo de imersão e temperatura.

Identificar e quantificar os aminoácidos presentes nos “isinglasses”.

Utilizar proporções iguais de solução e bexigas para os dois tratamentos (ácido acético 0,05M e vinagre de álcool comercial).

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. M. Clarificação de suco de laranja “core wash” por processo de flotação auxiliado por enzimas pectinolíticas e agentes clarificantes. São José do Rio Preto . Agosto de 2009. Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista.

ALFARO, A. T.; COSTA, C. S.; JESUS, F. R.; COSTA, R. ;KUHN, C.; BORGES, C., PRENTICE, C. **Determinação dos pontos de geleificação e fusão da gelatina de ossos de pescada (*Macrondon ancylodon*)**. XI Encontro Nacional sobre Metodologias de Laboratório. 2006. ISSN 0101-6245. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/met/XI%20MET%20-%20Anais.pdf>>. Acesso em: Nov de 2010.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the agricultural chemists**. 11th ed. Washington, p.1115, 1997.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnología industrial: biotecnología na produção de alimentos**. São Paulo, Ed. Edgard Blucher LTDA, 2001. vol. 4. 523p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: Teoria e prática**. Viçosa, Ed. UFV, 2008, 596p.

ARRUDA, L. F.; OETTERER, M. **Agregação de valor ao resíduo de pescado**. II Simpósio de Controle do Pecado. 6 a 8 de junho de 2006 – São Vicente. SP. Disponível em:< <http://www.pesca.sp.gov.br/iisimcope/palestras.htm>>. Acesso em: Set de 2010.

ARNESEN, J. A.; GILDBERG, A.. Extraction and characterisation of gelatin from Atlantic salmon (*Salmo salar*) skin. **Bioresource Technology**, v.98, p.53–57, 2007.

BABEL, W. Gelatine – a versatile biopolymer. **Chemie in unserer Zeit**, 06/98, 1996.

BASTOS, J. R; NUNES, M. L. Sobre o “isinglass” da bexiga natatória da Pescada Amarela, *Cynoscion acoupa* (Lacepede). **Arq. Cien.Mar**, 13 (1): 17-18. Fortaleza-Ce. Junho, 1973.

BILUCA, F. C.; MARQUETTI,C.; ALFARO, A. T. Produção de gelatina de pele e ossos de bagre (*Clarias gariepinus*). **Revista brasileira de tecnologia agroindustrial**, ISSN:1981-3686, v.05, p.418-426, 2011.

BIO-PEIXE. **Noções de morfologia anatomia e classificação**. Disponível em: <<http://www.bio-peixe.com/peixes/anatomia.htm>>. Acesso: Set 2010.

BRASIL. **Ministério da Agricultura**. RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Decreto nº 30.691, Art. 433, de 29/03/52. Brasília: Ministério da Agricultura, 1952. Disponível em:< <http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: Set de 2010.

BRASIL. **Ministério da Pesca e Aquicultura**. Produção brasileira de pescado aumentou 25% nos últimos oito anos. 2010. Disponível em < <http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: Set de 2010.

BRASIL. **Ministério da Pesca e Aquicultura**. Produção pesqueira e aquícola; estatística 2008 e 2009. 2010. Disponível em < <http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: Set de 2010.

BRASIL. **Ministério da Pesca e aquicultura**. Boletim estatístico da pesca e aquicultura. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>>. Acesso em: Fev de 2012.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. Ed. Varela, São Paulo, 2003, 238p.

BORDIGNON, A. C. **Caracterização da pele e da gelatina extraída de peles congeladas e salgadas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**, 2010, 114p, Universidade Estadual de Maringá – PR.

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, 133p, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

CARVALHO, H.; JONG, E. V. **Alimentos – Métodos Físicos e Químicos de Análise**. Edição 2002. Porto Alegre, RGS: Editora UFRGS, p. 180. 2002.

CARVALHO, T. B.; MENEZES, S. M.; ZEN, S.; LOT, L. R. T. Potencial das principais regiões brasileiras para abastecimento de sangue de bovinos e suínos – melhoria da rentabilidade e oportunidade de investimento. In: **XLIV Congresso da sober**, 7, 2006, Fortaleza. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/1132.pdf>>. Acesso em: Mar de 2012.

CHEOW, C. S.; NORIZAH, M. S.; KYAW, Z. Y.; HOWELL, N. K. Preparation and characterisation of gelatins from the skins of sin croaker (*Johnius dussumieri*) and shortfin scad (*Decapterus macrosoma*). **Food Chemistry**, v.101, p. 386–391, 2007

CHO, S. M.; GU, Y. S.; KIM, S. B. Extracting optimization and physical properties of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin gelatin compared to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, v.19, p.221–229, 2005.

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.

CONN, E. E.; STUMPF, P. K.; MAGALHÃES, J. R. **Introdução à bioquímica**. São Paulo: Edgard Blücher, 525p. 1980.

CORRÊA, L. B.; GOMES, G. M. C. B. M.; SANTOS, A. M. C. M.; CASTRO, R. C. S.; PINTO, C. C. Estudo e monitoramento das condições empregadas na extração de colágenos da bexiga natatória de peixes *cynoscion acoupa*, *cynoscion leiarchus* e *arius parkeri* pelos parâmetros de viscosidade, densidade e condutividade. **Resumos do XXI Seminário de Iniciação Científica da UEMA**, realizado em São Luís 02, 03 e 04 de dez. de 2009. São Luís.

COUTINHO, L. Garimpeiros de alto mar: pescadores se arriscam para buscar o valioso grude, mas nem sabem para que serve. **Revista Veja**, p.57, 13 de fevereiro de 2002.

DIEGUES, A. C. **Para uma aquicultura sustentável do Brasil**. NUPAUB – Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras – USP. Banco mundial/FAO, São Paulo, 2006.

EASTOE, J. E. The Amino Acid Composition of Fish Collagen and Gelatin. **Biosynthesis of fatty acids**, v.65, p.363- 368,1957.

ESTADÃO. **Consumo na China levou à matança de 280 mil tubarões no Brasil, diz ONG. 2010**. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,consumo-na-china-levou-a-matanca-de-280-mil-tubaroes-no-brasil-diz-ong,589717,0.htm>>. Acesso em: Set de 2010.

FAO. Estatísticas da pesca. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Roma, v.91, p.141. 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: Set de 2010.

FAO. **Pesca e Aquicultura**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org.br>>. Acesso em: set-2010.

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.

FERNANDES, R. M. T.; NETO, R.G. C., PASCHOAL, C.W.A., ROHLING, J. H., BEZERRA, C.W.B. Collagen films from swim bladders: Preparation method and properties. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v.62, p.17–21, 2008.

FOOD. A gelatina e seus benefícios para a saúde humana. **FOOD INGREDIENTS BRASIL**, n.18, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/>>. Acesso em: Out de 2010.

GELITA. **Gelita- Improving quality of lyfe**. Gelita do Brasil Ltda. Disponível em: <<http://gelita.com>>. Acesso em: Set de 2010.

GENNADIOS, A.; WELLER, C. L.; HANNA, M. A.; FRONING, G. W. Mechanical and barrier properties of egg albumen films. **Journal of Food Science**, Chicago, v.61, p.585-589, 1996.

GIMÉNEZ, B.; TURNAY, J.; LIZARBE, M. A.; MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M.C. Use of lactic acid for extraction of fish skin gelatin. **Food Hydrocolloids**, v.19, p. 941–950, 2005.

GREENFIELD, H.; SOUTHGATE, D. A. T. **Food composition data: production, management and use**. London: Chapman & Hal, 1992. 243p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/008/y4705e/y4705e00.htm>>. Acesso em: Nov de 2010.

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.

GUDMUNDSSON, M.; HAFSTEINSSON, H. Gelatin from cod skins as affected by chemical treatment. **Journal of Food Science**, v.62, p.37–39, 1997.

HARRIS, P.; NORMAND, V. & NORTON, I. T. Gelatin. Unilever Research Laboratory. **Elsevier Science Ltd**, 2003.

HAUG J. I.; DRAGET I. K.; SMIDROD, O.; Physical and rheological properties of fish gelatin compared to mammalian gelatin. **Food Hydrocolloids**, v.18, p.203- 213, 2004.

HICKMAN, D.; SIMS, T. J.; MILES, C. A.; BAILEY, A. J.; MARI, M.; KOOPMANS, M. Isinglass:collagen: denaturation and functionality. **Journal of Biotechnology** v.79, p. 245–257, 2000.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Monitoramento da atividade pesqueira no litoral do Brasil - Projeto ESTATPESCA**: relatório final. Brasília, 2006. Convênio SEAP/IBAMA/ FROZZE nº109/2004.

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 pp.81–84, 2002.

JOHNSTON-BANK, F. A. From tannery to table: an account of gelatin production. **Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists**, v.68, p.141–145, 1983.

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**, v.20, p.1216-1222, 2006.

JUNIOR, M. J.; VARANDA, L. C. **Química e sociedade. Química nova na escola - o mundo dos coloides**. Maio 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/quimsoc.pdf>>. Acesso em: Jan de 2012.

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

KASANKALA, L. M.; XUE, Y.; WEILONG, Y.; HONG, S.D.; HE, Q. Optimization of gelatine extraction from grass carp (*Catenopharyngodon idella*) fish by response surface methodology. **Bioresource Technology**, v.98, n.17, p.3338-3343, 2007.

KOLI, J. M.; BASU, S.; NAYAK, B. B.; PATANGE, S. B.; PAGARKARB, A. U.; GUDIPATI, V. Functional characteristics of gelatin extracted from skin and bone of Tiger-toothed croaker (*Otolithes ruber*) and Pink perch (*Nemipterus japonicus*). **Food and Bioproducts Processing**, 2011.

KOŁODZIEJSKA I.; KACZOROWSKI, K.; PIOTROWSKA, B.; SADOWSKA, M. Modification of the properties of gelatine from skins of Baltic cod (*Gadus morhua*) with transglutaminase. **Food Chemistry**, v.86, p.203–209, 2004.

KOOCHEKIAN, A.; GHORBAN, Z.; YOUSEFI, A. **Production of Isin glass from the swim bladder of sturgeons**. Journal of Applied Ichthyology, v.22, p.419–421, 2006.

LEATHER, R. V.; SISK, M.; DALE, C. J.; LYDDIATT, A. Analysis of the collagen and total soluble nitrogen content of isinglass finings by polarimetry. **Journal of the institute of brewing**, v.100, p. 331-334, 1994.

LEDWARD, D.A. Gelatin. **Food Hydrocolloids**. p.67-86, 2000.

LEHNINGER. A. L.; NELSON. L. D.; COX. M. M. **Princípios de bioquímica**. São Paulo, Ed. Sarvier, 3ed, 2002.

LEUENBERGER B. H. Investigation of viscosity and gelation properties of different mammalian and fish gelatins. **Food Hydrocolloids**, v.5, p.353-361, 1991.

LIU H.; DING L., SHIDONG G. Rheological properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) gelatine from fish skins preserved by different methods. **Food Science and Technology**, p.1425-1430, 2007.

MAPA. Utilização da Mandioca na Indústria de Compensados de Madeira. Jan 2003. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento – **Comunicado técnico 80** - ISSN 1517-2244. Disponível em:<
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/406983/1/ComTec80.pdf>>. Acesso em: Jan de 2012.

MARQUES, C. Brasil é celeiro de gelatina. 2005. **SEBRAE**. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Disponível em: < <http://www.sebrae-sc.com.br>>. Acesso em: Nov de 2010.

MEC. **Banco internacional de objetos educacionais**. 2007. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/6274>>. Acesso em: Março de 2012.

- MINOLTA. The essentials of imaging. **Konica Minolta Sensing**, Inc. 1998.
- MONTERO, P.; GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. Extracting conditions for Megrim (*Lepidorhombus boscii*) 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 characterisation of Nile perch (*Lates niloticus*) skin and bone gelatin. **Food Hydrocolloids**, v.18, p.581–592, 2004.
- NAGAI, T.; SUZUKI, N. Isolation of collagen from fish waste material – skin, bone and fins. **Food Chemistry**, n.68, p.277–281, 2000.
- NDA. Notícias da Amazônia. **Pará: Grude vale ouro na cidade de Vigia**. Disponível em: < <http://www.noticiasdaamazonia.com.br/7320-para-grude-vale-ouro-na-cidade-de-vigia/>>. Acesso em: Nov de 2010.
- NUNES, M. L. Silagem de pescado. In: OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: Ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo, Ed.Varela, 1999, p.371-379.
- OETTERER, M. **Proteínas do pescado**. Universidade de São Paulo. Disponível em:< <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Proteinas%20pescado.pdf>>. Acesso em: Out de 2010.
- OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: Ciência e tecnologia do pescado**. São Paulo, Varela, 1999.
- OLIVEIRA, J. R. S.; VENINA VALE, V.; COSTA, M. C. P.; MUNIZ FILHO, W. E.; SILVA, F. C.; BEZERRA, C. W. B. Solubilização, Precipitação e Determinação de Massas Moleculares de Colágenos da Bexiga Natatória de Peixes. **Mens Agitat**. v.1, n.2, p.11-17, 2006.
- PAZ, M. A.; SALAZAR, M. E.; GAITE, E. E. The characterization of collagen from the swim bladder of the hake- *merluccius hubsii*. **Archives of biochemistry**, v.119, p.485-490, 1967.
- PARENTE, J. S.; NUNES, M. L. Sobre a industrialização de cações no Nordeste brasileiro. II – Aproveitamento da pele. **Arq.Ciê.Mar**, v.13, p.99-103, 1973.
- PESCA & COMPANHIA. **Peixes de água doce do Brasil**. Revista Pesca & Companhia. 2010. Disponível em: <<http://www.revistapescaecompanhia.uol.com.br>>. Acesso em: nov de 2010.
- PESSATTI, M. L.; STORI, F. T.; KUHEN, J.; LACAVA, L.; LUIZ EDUARDO BONILHA, L. E.; DESCHAMPS, F. C.; PESSATTI, T. L. P. **Aproveitamento dos Sub-Produtos do Pescado**. Convênio MA-UNIVALI, 2001.

PRANOTO, Y.; LEE, C. M.; PARK, H. J. Characterizations of fish gelatin films added with gellan and K-carrageenan. **Food Science and Technology**, v.40, n.5, p.766-774, 2007.

PROCKOP, D. J. Collagens. Tulane University Health Sciences Center, New Orleans, Louisiana, USA. **Encyclopedia of Biological Chemistry**, v.1, 2004.

QUEIROZ, J. F.; LOURENÇO, J. N. P.; KITAMURA, P. C. **A Embrapa e a aqüicultura - Demandas e Prioridades de Pesquisa**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Secretaria de Administração Estratégica-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2002. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/folderTextoDiscussao/arquivos-pdf/texto11.pdf>>. Acesso em: Nov de 2010.

ROSE, C.; MANDAL, A. B.; JOSEPH, K. T. Characterization of collagen from the swimbladder of catfish (*Tachysurus maculatus*). **Asian Fisheries Science**, v.11, p.1-10, 1998.

ROUSSELOT. **Vion Food Group**. Disponível em: <<http://www.rousselot.com>>. Acesso em: Nov de 2010.

SAGMA. **Associação dos Fabricantes de Gelatina da América do Sul**. Sagma, 2004. Disponível em: <<http://www.sigma-gelatina.com>>. Acesso em: Out de 2010.

SCHMITZ, V. U.; BANDEIRA, S. F.; ESQUERDO, V. M. Propriedades físicas de gelatinas obtidas a partir de cabeças de corvina. **XII ENPOS – II Mostra Científica**, 2010, Universidade Federal do Rio Grande, RS, p.4.

SCHRIEBER, R.; GAREIS, H. **Gelatine Handbook**. Wiley-VCH, GmbH and Co, Weinheim. 2007

SCIENZA, L. C.; CORSO, D; BONIATTI, R. **Processo de fabricação da Gelatina: definição, empregos e processos de produção para a fabricação de gelatina**. Universidade de Caxias do Sul. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. Departamento de Engenharia Química. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/processo-de-fabricacao-da-gelatina-pdf-a13972.html>>. Acesso em: Nov de 2010.

SINGH, P.; BENJAKUL, S.; MAQSOOD, S.; KISHIMURA, H. Isolation and characterisation of collagen extracted from the skin of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). **Food Chemistry**, v.124, p.97–105, 2011.

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.

STAINSBY, G. Gelatin gels. **Collagen as Food: Advances in Meat Research**, v.4, p.209–222, 1987.

STEVANATO, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Aproveitamento de resíduos, valor nutricional e avaliação da degradação de pescado. **Pubvet**, v.1, n.7, Ed. 6, Art. 171, ISSN 1982-1263, 2007.

STORI, F. T. **Avaliação dos resíduos da industrialização do Pescado em Itajaí e Navegantes (Sc), como subsídio à implementação de um sistema gerencial de bolsa De resíduos**. 2000. 145p. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra E do Mar – Cttmar. Itajaí - Universidade do Vale do Itajaí – Univali.

TABARESTANI, S. H.; MAGHSOUDLOU, Y.; MOTAMEDZADEGAN, A.; MAHOONAK, S. R. A. Optimization of physico-chemical properties of gelatin extracted from fish skin of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). **Bioresource Technology**, v.101, p.6207–6214, 2010.

TAVAKOLIPOUR, H. Extraction and Evaluation of Gelatin from Silver Carp Waste. **World Journal of Fish and Marine Sciences**, v.3, p.10-15, ISSN 2078-4589, 2011.

TRESSLER, D. K. E.; LEMON, J. M. **Marine products of commerce. Their acquisition, handling, biological aspects and the science and technology of their preparation and preservation**. New York, Ed.Book division, Second edition, Chapter 24, p.524. 1951.

ZHANG, B.; CHEN, Y.; WEI, X.; LI, M.; WANG, M. Optimization of Conditions for Collagen Extraction from the Swim Bladders of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*) by Response Surface Methodology. **International Journal of Food Engineering**, v.6, 2010.

WALKER, L. S.; CAMARENA, M. C. D.; FREEMAN, G. Alternatives to Isinglass for Beer Clarification. **Journal of the institute of brewing**, v.113, n.4, p.347-354, 2007.

YANG, H.; WANG, Y.; JIANG, M.; OH, J. H.; HERRING, J.; ZHOU, P. 2-step optimization of the extraction and subsequent physical properties of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) skin gelatin. **Journal of Food Science**, v.72, p.188–195, 2007.

YANG, H.; WANG, Y.; ZHOU, P.; REGENSTEIN, J. M. Effects of alkaline and acid pretreatment on the physical properties and nanostructures of the gelatin from channel catfish skins. **Food Hydrocolloids**, v.22, p.1541-1550, 2008.

WILLINGER, J. **Novas fontes de ácido hialurônico**. Disponível em: < <http://www.a-to-z-wellness.com> >. Acesso em: Jan de 2012.

WOLF, F. A. Collagen and gelatin. **Progress in biotechnology**, v.23, Elsevier Science B.V, p.133–218. 2003.

YAJIMA, E. M.; FRANCO, M. L. R. S.; BORDIGNON, A. C. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado. Ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo, Ed. Atheneu, Cap.4, sec.4.7,p.426-434, 2011.