



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**FERNANDA SALES RABELLO**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA DESODORIZAÇÃO DA GELATINA DE PELE DE  
PESCADA AMARELA (*Cynoscion ocoupa*) POR DIFERENTES MÉTODOS**

BELÉM – PA  
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**FERNANDA SALES RABELLO**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA DESODORIZAÇÃO DA GELATINA DE PELE DE  
PESCADA AMARELA (*Cynoscion ocoupa*) POR DIFERENTES MÉTODOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**Orientador (a):** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia de Fátima Henriques Lourenço.

BELÉM – PA  
2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

R114a Rabello, Fernanda Sales.  
Avaliação dos efeitos da desodorização da gelatina de pele de  
pescada amarela (*Cynoscion ocapa*) por diferentes métodos /  
Fernanda Sales Rabello. — 2023.  
72 f. : il. color.

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Lúcia de Fátima Henriques Lourenço  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, Belém, 2023.

1. *Cynoscion ocapa*. 2. Pescada Amarela. 3. Gelatina de  
Peixe. 4. Desodorização. I. Título.

CDD 641.3

---



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**FERNANDA SALES RABELLO**

AValiação DOS EFEITOS DA DESODORIZAÇÃO DE GELATINA DA PELE DE  
PESCADA AMARELA (*Cynoscion ocoupa*) POR DIFERENTES MÉTODOS

Data da Avaliação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Nota/Conceito: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lúcia de Fátima Henriques Lourenço  
(PPGCTA/ITEC/UFPA) – Orientadora

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Regina Sarkis Peixoto Joele  
(IFPA/Campus Castanhal) – Membro Interno

---

Dr<sup>ª</sup>. Jáira Thayse Souza Batista  
(EETEPa) – Membro Externo

---

Prof. Dr. Raul Nunes de Carvalho Junior  
(PPGCTA/ITEC/UFPA) – Membro Interno Suplente

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eleda Maria Paixão Xavier Neves  
(ESAMAZ) – Membro Externo Suplente

*Às mulheres da minha vida: minha mãe Kerly de Cassia Sales Alves, minha irmã  
Mirella Maria Sales de Oliveira e minhas avós Maria Diana Ribeiro Sales e Maria  
de Nazaré da Silva Rabello (in memoriam).  
Com amor dedico.*

## AGRADECIMENTOS

*À Santíssima Trindade e a Nossa Senhora de Nazaré, por me conceder o dom da sabedoria nas decisões que precisei tomar, e por toda a proteção e colo nas horas que mais precisei.*

*À minha família que tanto cuidou de mim. Aos meus pais Romison da Silva Rabello e Kerly de Cassia Sales Alves, por todo amor, sacrifícios e ensinamentos; por estarem comigo a cada novo passo, me apoiando e dando forças. Ao meu padrasto e amigo Marcos Paulo Tavares Alves, pelos ensinamentos e por tanto torcer por mim. À minha irmã caçula Mirella Maria Sales de Oliveira, pelas risadas e por todo carinho. Agradeço também aos meus avós Maria Diana Ribeiro Sales, Maria de Nazaré da Silva Rabello (in memoriam) e João Tomás Reis Sales, por todos os bons conselhos e por acreditarem em mim.*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará (PPGCTA/UFGPA).*

*Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) pelo apoio financeiro e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil) pelo apoio financeiro através da bolsa de mestrado.*

*À minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lúcia de Fátima Henriques Lourenço, pela oportunidade, por sua imensa dedicação e por ter acreditado que eu seria capaz de realizar essa pesquisa hoje concretizada; agradeço cada incentivo, ensinamentos, críticas e paciência; obrigada por ser um exemplo de profissional e de ser humano para mim.*

*Aos membros da banca examinadora, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria Regina Sarkis Peixoto Joele, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Jáira Thayse Souza Batista, Prof. Dr. Raul Nunes de Carvalho Junior e Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eleda Maria Paixão Xavier, meus sinceros agradecimentos por toda contribuição, atenção e conselhos.*

*À Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Hellen Kempfer Philippsen que contribuiu para a realização desta pesquisa. Agradeço os ensinamentos, conselhos, paciência e amizade.*

*A todos da família LAPOA, em especial Marcos Jhony Almeida Costa, Maria Dielem Sousa Corrêa e Ana Caroline Pereira da Silva, pela parceria e amizade. Mesmo nos meus piores dias vocês estavam ao meu lado, demonstrando todo apoio e compartilhando cada alegria. Para sempre estarão em meu coração.*

*Ao meu noivo Marcus Victor Almeida Campos, por toda a paciência, apoio,*

*companheirismo, cumplicidade e amor. Obrigada por ajudar diretamente neste trabalho e compartilhar cada passo comigo.*

*À minha parceira e irmã de outra mãe Paula Gabriella dos Santos Ribeiro, que nunca me deixou desistir e sempre foi um ombro amigo. Obrigada por todo companherismo, por todas os sonhos compartilhados e por todas nossas aventuras. Da Graduação para todo o sempre!*

*Aos meus colegas do PPGCTA, em especial Clara Noelly Pimentel da Silva e Lucely Nogueira dos Santos, pela parceria e amizade. Vocês são exemplos de profissionais.*

*A todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, na realização deste sonho. Agradeço também aos que entraram e saíram de minha vida, pois nada foi por acaso. Sou grata por cada experiência, lembrança, lágrimas e sorrisos.*

*Muito obrigada!*

*“Eu quero ser definida pelas coisas que eu amo, não pelas coisas que eu odeio.*

*Não pelas coisas que tenho medo e me assustam.*

*Não pelas coisas que me assombram na madrugada.*

*Você é o que você ama.”.*

**Daylighth, Taylor Swift**

## **Avaliação dos Efeitos da Desodorização da Gelatina de Pele de Pescada Amarela (*Cynoscion ocoupa*) por Diferentes Métodos**

### **RESUMO**

As peles de peixes são consideradas boas fontes para extrair gelatina de alta qualidade para aplicações na indústria alimentícia, entretanto, esta gelatina de peixe podem apresentar odor e sabor característico, causando limitações para sua aplicação, especialmente como ingrediente alimentar e em suplementos. Várias metodologias foram estudadas com o intuito de remover ou reduzir o odor em produtos elaborados com peixes. Dentre essas técnicas, podemos encontrar o desengorduramento e a adsorção. O objetivo desta pesquisa foi desodorizar a gelatina da pele da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) utilizando três diferentes metodologias: carvão ativado, deslipidificação etanólica e a combinação desses. A gelatina foi obtida a partir da imersão das peles em soluções de ácidas e alcalinas. A desodorização por deslipidificação ocorreu a partir do uso de um solução de etanol (1:2) e a adsorção fez uso de carvão ativado em pó (0,5%) e em grão (0,7%). Foram realizadas análises para avaliar a qualidade físico-químicas, tecnológicas e sensoriais das gelatinas. Os resultados das análises foram submetidos a ANOVA e Teste Tukey ( $p < 0,05$ ). Todos os parâmetros físico-químicos analisados no presente estudo apresentaram diferença significativa entre as variáveis estudadas, exceto para proteínas, lipídios e umidade. As variáveis de capacidade emulsificante, força gel, ponto de fusão apresentaram diferença significativa, entre as metodologias de desodorização em relação ao tratamento controle. O tratamento EGAC influenciou na maior luminosidade das amostras, apresentando valores negativos no parâmetro  $a^*$ . O tratamento com carvão ativado em pó influenciou na menor cromaticidade e menor tom amarelado. De acordo com o perfil eletroferético, as amostras E, ACP e EGAC apresentaram bandas  $\alpha$  e  $\gamma$  de colágeno. A partir da análise de FTIR, a presença de carvão ativado nas desodorizações (ACP, GAC e EGAC) resultaram em menores interações com o grupo amina. Na avaliação sensorial, as amostras desodorizadas com carvão ativado se comportaram de forma similar na avaliação sensorial, destacando o comportamento da amostra EGAC.

**Palavras-chave:** *Cynoscion acoupa*, Pescada Amarela, Gelatina de Peixe, Desodorização.

## **Evaluation of the Deodorizing Effects of Yellow Hake Skin Gelatin (*Cynoscion ocoupa*) by Different Methods**

### **RESUMO**

Fish skins are considered good sources to extract high quality gelatine for applications in the food industry, however, this fish gelatine may have a characteristic odor and taste, causing limitations for its application, especially as a food ingredient and in supplements. Several methodologies have been studied in order to remove or reduce the odor in products made with fish. Among these techniques, we can find degreasing and adsorption. The objective of this research was to deodorize the gelatine from the skin of yellow hake (*Cynoscion acoupa*) using three different methodologies: activated charcoal, ethanolic delipidation and their combination. Gelatin was obtained from the immersion of the skins in acidic and alkaline solutions. The desorption by delipidification occurred with the use of an ethanol solution (1:2) and the adsorption made use of activated charcoal in powder (0.5%) and in grain (0.7%). Analyzes were carried out to evaluate the physical-chemical, technological and sensorial quality of the gelatins. The analysis results were submitted to ANOVA and Tukey Test ( $p < 0.05$ ). All physicochemical parameters analyzed in the present study showed a significant difference between the studied variables, except for proteins, lipids and moisture. The variables of emulsifying capacity, gel strength, melting point showed a significant difference between the deodorization methodologies in relation to the control treatment. The EGAC treatment influenced the higher luminosity of the samples, presenting negative values in the  $a^*$  parameter. The treatment with powdered activated charcoal influenced the lower chromaticity and lower yellowish tone. According to the electrophoretic profile, samples E, ACP and EGAC showed collagen  $\alpha$  and  $\gamma$  bands. From the FTIR analysis, the presence of activated carbon in the desorizations (ACP, GAC and EGAC) resulted in lower interactions with the amine group. In the sensorial evaluation, the samples deodorized with activated charcoal behaved similarly in the sensorial evaluation, highlighting the behavior of the EGAC sample.

**Palavras-chave:** *Cynoscion acoupa*, Yellow Hake, Fish Gelatin, Deodorization.

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	Pescada amarela ( <i>Cynoscion acoupa</i> ) .....	18
<b>FIGURA 2</b>	Distribuição da espécie <i>Cynoscion ocoupa</i> .....	18
<b>FIGURA 3</b>	Microscopia dos grupos de colágeno mais comuns: (A) formadores de fibrilas (colágeno tipo I); (B) membrana basal (colágeno tipo IV); (C) microfibrilar (colágeno tipo VI); (D) fibrilas de ancoragem (colágeno tipo VI); (E) FACIT (colágeno tipo XIII); (F) transmembrana (colágeno tipo XIII).....	21
<b>FIGURA 4</b>	Representação esquemática da estrutura do grão de carvão ativado.....	27
<b>FIGURA 5</b>	Comportamento da formação de espuma.....	40
<b>FIGURA 6</b>	Perfil eletroforetico das gelatinas controle (C), com carvão ativado granulado (GAC), carvão ativado em pó (ACP), etanol 50% (E), e etanol com carvão ativado granulado (EGAC).....	44
<b>FIGURA 7</b>	Espectros de FTIR para as gelatinas controle (C), com carvão ativado granulado (GAC), carvão ativado em pó (ACP), etanol 50% (E), e etanol com carvão ativado granulado (EGAC).....	45
<b>FIGURA 8</b>	Avaliação sensorial das gelatinas desodorizadas.....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	Classificação do colágeno segundo sua estrutura.....	20
<b>TABELA 2</b>	Propriedades físicas do etanol anidro.....	28
<b>TABELA 3</b>	Resultados de rendimento e composição físico-química em base seca.....	37
<b>TABELA 4</b>	Resultados de capacidade emulsificante, força em gel e ponto de fusão.....	40
<b>TABELA 5</b>	Parâmetros colorimétricos das gelatinas controle e desodorizadas.....	42
<b>TABELA 6</b>	Parâmetros de absorção no infravermelho.....	47

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	5
<b>RESUMO</b> .....	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	0
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	1
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	4
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	6
2.1 OBJETIVO GERAL .....	6
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	7
3.1 PRODUÇÃO E RECURSOS PESQUEIROS E APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA PESCA .....	7
3.2 PESCADA AMARELA ( <i>Cynoscion acoupa</i> ) .....	8
3.3 COLÁGENO .....	10
3.4 GELATINA .....	13
3.5 COMPOSIÇÃO AROMÁTICA .....	15
3.6 CARVÃO ATIVADO .....	17
3.7 ETANOL .....	19
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
4.1 MATERIAL .....	21
<b>4.1.1 Matéria-prima</b> .....	21
4.2 MÉTODOS .....	21
<b>4.2.1 Extração da gelatina</b> .....	21
<b>4.2.2 Amostragem</b> .....	22
4.2.2.1 Desodorização por deslipidificação etanólica (E) .....	22
4.2.2.2 Desodorização por adsorção com carvão ativado em pó (ACP) e granulado (GAC) .....	22
.....	22
4.2.2.3 Desodorização por combinação do etanol com o carvão ativado granulado (EGAC).23	
<b>4.2.3 Rendimento das extrações</b> .....	23
<b>4.2.4 Avaliação das gelatinas controle e desodorizadas</b> .....	23
4.2.4.1 Caracterização físico-química .....	23
4.2.4.2 Cor instrumental .....	23

4.2.4.3 Propriedades da gelatina .....	24
<b>a) Força em gel.....</b>	<b>24</b>
<b>b) Ponto de fusão .....</b>	<b>24</b>
<b>c) Capacidade emulsificante .....</b>	<b>24</b>
<b>d) Capacidade de formação de espuma .....</b>	<b>25</b>
4.2.4.4 Determinação do peso molecular das gelatinas em gel de dodecil sulfato de sódio-poliacrilamida (SDS-PAGE).....	25
4.2.4.5 Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR).....	25
4.2.4.6 Avaliação sensorial .....	26
4.3 ANÁLISE DE DADOS .....	27
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
5.1 RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA .....	28
5.2 PROPRIEDADES DA GELATINA .....	30
5.3 PROPRIEDADES COLORIMÉTRICAS .....	33
5.4 DETERMINAÇÃO DO PESO MOLECULAR DA GELATINA POR SDS-PAGE .....	34
5.5 ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR).....	36
5.6 AVALIAÇÃO SENSORIAL .....	40
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Gelatina é um produto muito versátil com uma ampla gama de aplicações industriais (ARAÚJO et al., 2021). As peles de peixes são consideradas boas fontes para extrair gelatina de alta qualidade para aplicações na indústria alimentícia, em razão da sua excelente biocompatibilidade, biodegradabilidade e sua aplicação não é limitada por fatores religiosos e culturais, quando comparada com a gelatina de mamíferos (SAE LEAW, BENJAKUL, 2015; ETXABIDE et al., 2017a; YANG et al., 2022). Além disso, a utilização das peles de peixes como matéria-prima agrega valor para a indústria pesqueira, colaborando para a redução da poluição ambiental (SHOGREN, BAGLEY, 1999).

O Brasil é um dos maiores produtores de pescado do mundo, destacando a produção da pescada amarela (*Cynoscion ocapa*, Lacepède 1802), localizada abundantemente no litoral norte brasileiro, sendo considerada uma espécie de alto valor econômico para o país (PEREIRA, 2020). Com a elevada produção pesqueira, temos uma variedade de resíduos sólidos gerados pela indústria de processamento, tais como cabeça, cauda, escamas, barbatanas, bexiga natatória, cartilagens, vísceras e pele (OLIVEIRA et al., 2017); onde, quando descartados de forma inadequada, causam um elevado prejuízo ambiental e econômico (FERRARO et al., 2016; JAGADISWARAN et al., 2021).

Entretando, os produtos com gelatina de peixe em sua composição podem apresentar odor e sabor característico, causando limitações para sua aplicação, especialmente como ingrediente alimentar e em suplementos (SAE LEAW et al., 2016).

O odor de peixe é atribuído a muitos compostos, incluindo álcoois, aldeídos, cetonas, pirazina, furano, trimetilamina, entre outros, acumulados no ambiente aquático (KHIARI et al., 1995; WANG et al., 2015) ou formados por oxidação lipídica e reações enzimáticas no corpo dos peixes (YARNPAKDEE et al., 2012, ZHANG et al., 2017). Várias metodologias foram estudadas com o intuito de remover ou reduzir o odor em produtos elaborados com peixes. Tratamentos em meio ácido, alcalino ou sal são comumente usados, mas esses métodos são voltados, particularmente, para a desodorização de produtos sólidos, não aplicável para gelatina líquida devido ao alto resíduo de reagentes (YARNPAKDEE et al., 2012).

O elevado grau de insaturação das gorduras do pescado torna o produto bastante suscetível à oxidação e à formação de radicais livres, principalmente por causa da presença de ácidos graxos polinsaturados, promovendo alterações, principalmente as sensoriais, como o odor (OGAWA, MAIA, 1999; ARAÚJO, 1995). Desta forma, faz-se necessário a utilização de técnicas de desodorização baseadas na retirada de composto lipofílicos.

O etanol é um solvente de grau alimentar, barato, seguro, de fácil manuseio e ambientalmente correto, ideal para aplicações alimentares ou farmacológicas, sendo também utilizado para realizar a extração de lipídios (FIGUEIREDO et al., 2019).

Alguns agentes são capazes de realizar a desodorização por meio da adsorção, como o carvão ativado (BENJAKUL et al., 2012). O carvão ativado é uma forma amplamente viável de carbono com grande quantidade de poros, que possui uma excelente capacidade de adsorção devido à sua grande área de superfície disponível, podendo ser usado para remover compostos voláteis presentes na gelatina líquida (BENJAKUL et al., 2012).

A literatura relacionada com desodorização aborda diversos estudos que fazem o uso da aplicação de etanol (ABUSTAM et al., 2019) e carvão ativado (PAN et al., 2018; SONG et al., 2018) em subprodutos da indústria pesqueira, no entanto, os trabalhos relacionados com a desodorização da gelatina obtida da pele de peixe são escassos, principalmente para espécies do território brasileiro, como a pescada amarela.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Desodorizar a gelatina extraída da pele de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) utilizando diferentes metodologias.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desodorizar a gelatina da pele da pescada amarela utilizando três diferentes metodologias: carvão ativado, deslipidificação etanólica e a combinação do etanol com carvão ativado;
- Comparar as características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais das gelatinas desodorizadas com carvão ativado, deslipidificação etanólica e a combinação do etanol com carvão ativado.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PRODUÇÃO E RECURSOS PESQUEIROS E APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS DA PESCA

Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO), a produção mundial de pescado foi de aproximadamente 172 milhões de toneladas no ano de 2017, onde 46% da produção foi obtida através da aquicultura e a fração remanescente veio da pesca artesanal e industrial (FAO, 2022). O Brasil é um dos maiores produtores de pescado do mundo, de acordo com estatísticas oficiais, o país produziu cerca de 553.670 toneladas (setor extrativo marinho) por ano, sendo as regiões Norte e Nordeste, os principais produtores (PEIXES BR, 2022). Infelizmente, o Brasil não informou nenhum dado oficial de captura à Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) desde 2014 (FAO, 2018; NAKAMURA, HAZIN, 2020; NETO et al., 2021).

A atividade pesqueira possui destaque na receita do Brasil, gerando cerca 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos, contribuindo com cinco bilhões em produto interno bruto (PIB) (NAKAMURA, HAZIN, 2020). Segundo a Secretaria de Pesca e Aquicultura do Pará (SEPAQ), o estado do Pará se destaca dentro da produção brasileira; no ano de 2021, o estado apresentou a 4º maior produção nacional, em torno de 24.80 toneladas, representando assim, uma das principais atividades econômicas (PEIXES BR, 2022).

Quanto aos tipos de pesca realizadas no território brasileiro, observa-se uma divisão notória relacionada, principalmente, com a realidade socioeconômica de cada região, onde a pesca nas regiões Norte e Nordeste são a pesca artesanal (ou de pequena escala), enquanto as regiões Sudeste e Sul possuem a maior atividade pesqueira industrial do país (NETO et al., 2021).

Em muitos países, especialmente os países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, os peixes e os subprodutos aquáticos são considerados uma das principais fontes de proteínas na dieta da população (OZOGUL et al., 2021). Como resultado da ampliação do consumo e da atividade pesqueira no decorrer dos anos, podemos notar o aumento dos resíduos gerados por essa indústria, causando impactos ambientais e econômicos (OZOGUL et al., 2021). Os principais resíduos gerados pela indústria de processamento da pesca são os ossos, a cabeça, as escamas, as barbatanas, a bexiga natatória, as cartilagens, as vísceras e a pele, que representam de 20 a 70% do peso total do peixe (SILVA et al., 2020). Esses resíduos podem ser utilizados para gerar novos subprodutos, trazendo lucros adicionais, por exemplo: ração animal, fertilizante, gelatina, óleo de peixe, silagem e farinha de peixe (JAISWAL et al., 2014). Assim, o desenvolvimento de estratégias para o aproveitamento dos resíduos

pesqueiros é de fato uma necessidade, baseado na implementação de métodos bioeconômicos que visam o aproveitamento integral para a obtenção de produtos com valor agregado e de baixo impacto ambiental (SHAHIDI et al., 2019; TACIAS-PASCACIO et al., 2021).

### 3.2 PESCADA AMARELA (*Cynoscion acoupa*)

A pescada amarela (*Cynoscion acoupa*, Lacepède 1801), como é chamada no Brasil (NI 29/2015, MAPA) (Figura 1), é uma espécie demersal e costeira, sendo uma das mais representativas da família Sciaenidae, amplamente distribuída nas águas rasas tropicais e subtropicais ao longo da costa da América do Sul, sendo registrado principalmente entre o Panamá e a Argentina (CERVIGÓN et al., 1993; MOURÃO et al., 2009) (Figura 2). Esta espécie também é comumente encontrada em águas salobras dos estuários, lagoas estuarinas, desembocaduras dos rios e podem penetrar na água doce; as espécies juvenis são restritas às águas salobras e doces, disponíveis em pequenos e grandes cardumes localizados próximo ao fundo, alimentando-se principalmente de outros peixes e crustáceos (MATOS, LUCENA, 2006; FERREIRA et al., 2016). Além disso, a pescada amarela também pode ser denominada como “*curvina*”, na Venezuela, e na Guiana Francesa “*acoupa rouge*” (OLIVEIRA et al., 2020).

No Brasil, a pescada amarela está disponível em todo litoral (SZPILMAN, 2000), representando um dos recursos pesqueiros socioeconômicos mais importantes do país (LOPES et al., 2012), onde, em 2010, a produção extrativa marinha dessa espécie foi de 20.879 toneladas, destacando-se como a terceira espécie mais capturada no litoral brasileiro (MPA, 2012), e em 2011 foi de 21.074 toneladas, posicionando-se como a quarta espécie mais capturada desse ano (MPA, 2013). Também, estatísticas já publicadas mostram que o país produziu em torno de 264 toneladas de pescada amarela entre os anos 2000 e 2011, onde 141.336 toneladas vieram do Estado do Pará entre 2000 e 2007 (IBAMA, 2000-2007; MPA, 2010, 2012).

Figura 1: Pescada amarela (*Cynoscion acoupa*).



Fonte: JUNIOR, 2017.

Figura 2: Distribuição da espécie *Cynoscion ocoupa*.



Fonte: <https://www.aquamaps.org/>

De acordo com Barbosa et al. (2020) a espécie *C. ocoupa* possui diversas semelhanças morfológicas com seus congêneres, em particular com outras espécies denominadas “pescada” dentro do gênero *Cynoscion*, como por exemplo a “pescada-branca” (*Cynoscion leiarchus*, Cuvier 1830 / *Plagioscion squamosissimus*, Heckel 1840), a “pescada-gó” (*Macrodon ancylodon*, Bloch & Schneider 1801), a “pescada-combaçu” (*Cynoscion virescens*, Cuvier 1830) e a “pescada-olhuda” (*Cynoscion striatus*, Cuvier 1829). Para evitar a rotulagem incorreta e substituição, seja acidental ou intencional, de produtos da indústria pesqueira, é permitido no Brasil que a pescada amarela *in natura* e processada seja comercializada

utilizando a nomenclatura popular. A Instrução Normativa nº.29/2015 publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece, para as principais espécies de peixes de interesse comercial do Brasil, a correlação entre os seus nomes comuns e nomes científicos que devem ser adotados para os produtos fiscalizados pelo órgão, onde não é exigido a inclusão do nome científico da espécie no rótulo da embalagem.

A desova da pescada amarela, concentra-se principalmente nos períodos chuvoso e de maior pluviosidade, posteriormente se desenvolvendo em água rasas e de baixa salinidade no período da primavera e do verão (MATOS, LUCENA, 2006; ALMEIDA et al., 2016). A captura da *C. ocupa* pode ser realizada por meio de canoas motorizadas, barcos de pequeno e médio porte e barcos industriais (JUNIOR et al., 2012), utilizando emalhar de nylon e espinhel (MATOS, LUCENA, 2006; MOURÃO et al., 2007; MOURÃO et al., 2009). No Pará, a captura da pescada amarela ocorre durante todos os meses do ano, especialmente nos meses de maio e agosto (MATOS, LUCENA, 2006).

Em sua maturidade, a pescada amarela possui, em média, 45cm, podendo atingir o comprimento máximo de 110 cm e, a massa máxima publicada, 17kg (FISHBASE, 2021); possui um corpo alongado quase uniformemente cinza-prateado com ventre mais claro, com grandes áreas amarelas incluindo flanco e nadadeiras inferiores; cabeça moderada, boca oblíqua com mandíbula inferior ligeiramente projetada com uma fileira de dentes internos alargados, aumentando gradualmente de tamanho posteriormente, e a mandíbula superior com um par de grandes dentes caninos na ponta (OLIVEIRA et al., 2020; FISHBASE, 2021).

O valor agregado da *Cynoscion acoupa* se deve tanto pela qualidade da carne quanto por sua bexiga natatória, denominada “grude”, que possui um elevado valor comercial no comércio europeu e asiático, com o objetivo de se obter um gelatina que pode ser utilizada como emulsificante, espumante, dispersante, gelificante e clarificante de bebidas, principalmente na de cervejaria e vinícola (CERVIGÓN, 1993; ISAAC et al., 2008), no entanto, apesar da importância da cadeia de comercialização da grude, a venda da carne da pescada amarela constitui como principal fonte de lucro do pescador (MOURÃO et al., 2009).

### 3.3 COLÁGENO

O colágeno é o principal constituinte da matriz extracelular, rico em proteínas estruturais fibrosas (SWEENEY et al., 2008), constituindo-se como um dos biopolímeros naturais mais importantes (KATARZYNA et al., 2020), abundantemente encontrado em animais e em humanos, representando cerca de 30% do conteúdo de proteínas corporal total (BAILEY, PAUL, 1998; NIMNI, HARKNESS, 1998; SENARATNE et al., 2006). Dessa

forma, o colágeno é uma molécula com baixa imunogenicidade, onde as possibilidades de não ser aceito quando ingerido ou injetado são relativamente baixas (RODRÍGUES et al., 2017). Segundo Katarzyna, Adamiak, Sionkowska (2020), colágeno tem ampla aplicação industrial, dentre elas a farmacêutica (THIBBOTUWAWA et al., 2021; XU et al., 2021; SUMIYOSHI et al., 2021), cosmética (LI et al., 2020; ZHAO et al., 2021; HAN et al., 2021) e alimentícia (MONAGO-MARAÑA et al., 2021; ARAÚJO et al., 2021; MONSALVE-ATENCIOA et al., 2021).

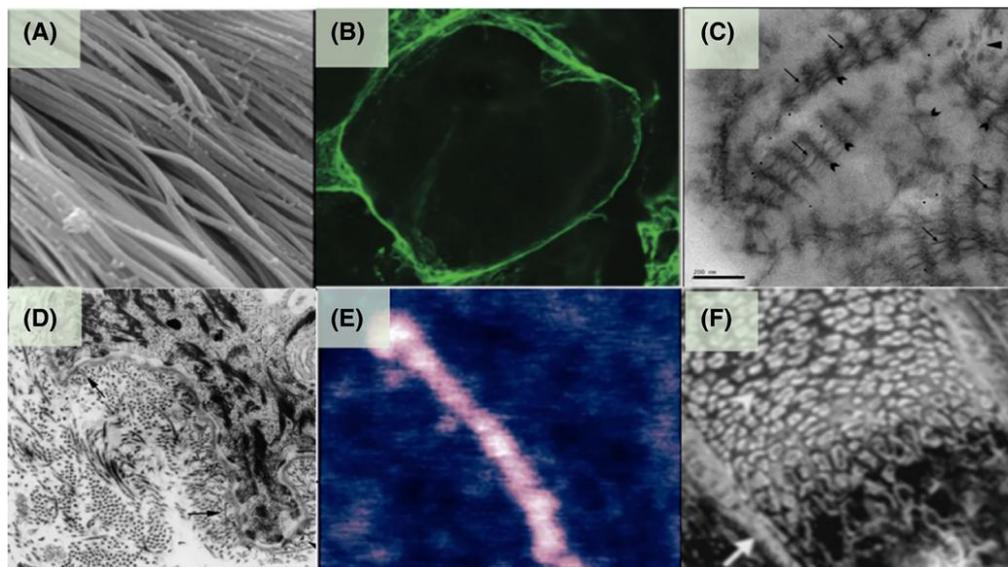
Em 1955, Ramachandran propôs o modelo Madras, onde se definiu o colágeno possui uma estrutura tridimensional, usando como referência o padrão de difração de fibra do tendão da cauda do canguru (RAMACHANDRAN, KARTHA, 1955); no mesmo ano, seguindo critérios estereoquímicos mais rigorosos, Rich refinou a estrutura helicoidal tripla do colágeno (RICH, CRICK, 1955). A partir dos modelos que foram apresentados, pode-se afirmar que o colágeno possui conformação em espiral formada por três cadeias polipeptídicas (cadeias denominadas de hélices  $\alpha$ ), onde essas cadeias são unidas por ligações de hidrogênio, entre os grupos ligação  $-COOH$  e  $-NH$ , e por ligações covalentes (SHOULDERS, RAINES, 2009; BHAGWAT, DANDGE, 2018; LI et al., 2018). Até o momento foram identificados e descritos 29 tipos de colágenos, agrupados em 8 famílias de acordo com a estrutura, ligação em cadeia e posição no corpo, intitulados do tipo I ao tipo XXIX com base na ordem cronológica de sua descoberta (RODRÍGUES et al., 2017; BOU-GHARIOS et al., 2020). A Tabela 1 apresenta os diferentes tipos de colágenos classificados de acordo com a sua estrutura. A Figura 3 ilustra a estrutura característica dos grupos comumente encontrados. As três fibrilas polipeptídicas podem ter um diâmetro de 10-500nm, peso molecular de, aproximadamente, 285kDa e comprimento de 1400 aminoácidos que terão caracteristicamente uma glicina a cada três resíduos ( $(GlyX - Y)_n$ ) (GELSE et al., 2003; RODRÍGUES et al., 2017).

Tabela 1. Classificação do colágeno segundo sua estrutura.

<b>Colágenos</b>	<b>Tipos</b>
<b>Formadores de Fibrilas</b>	I, II, III, V, XI, XXIV e XXVII
<b>Membrana Basal</b>	IV, VII e XXVIII
<b>Cadeia Curta (Microfibrilar)</b>	VI, VIII e X
<b>Interrupções Múltiplas (FACITs)</b>	IX, XII, XIV, XVI e XIX à XXII

Fonte: Oliveira et al. (2021).

Figura 3: Microscopia dos grupos de colágeno mais comuns: (A) formadores de fibrilas (colágeno tipo I); (B) membrana basal (colágeno tipo IV); (C) microfibrilar (colágeno tipo VI); (D) fibrilas de ancoragem (colágeno tipo VI); (E) FACIT (colágeno tipo XIII); (F) transmembrana (colágeno tipo XIII).



Fonte: Rodrigues et al., (2017).

As propriedades bioativas e funcionais do colágeno dependem de suas fontes, dos métodos de extração e da purificação (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2011), ademais, a qualidade e o preço do colágeno pode variar de acordo com a sua origem (SIONKOWSKA, 2021). No ano de 2019, a demanda mundial de colágeno esteve estimada em 920,1 toneladas (GRAND VIEW RESEARCH, 2020). O colágeno pode ser obtido de diversas fontes de tecidos animais, destacando a pele e ossos de bovinos e suínos que são considerados como as principais fontes para a produção do colágeno industrial (SONG et al., 2021; SIONKOWSKA, 2021), no entanto, devido ao risco de desenvolvimento de doenças infectocontagiosas (Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE), Encefalopatia Espongiforme Transmissível (EET) e Febre Aftosa), a aplicação tem gerado preocupações e limitações, além disso, utilização do colágeno suíno possui restrições religiosas para os judeus, muçumanos e hindus (MENEZES et al., 2020; SONG et al., 2021; SIONKOWSKA, 2021).

Portando, existe um crescente interesse no colágeno extraído de organismos aquáticos, particularmente de subprodutos da indústria pesqueira, como ossos, escamas, peles e bexigas natatórias de peixes marinhos e de água doce (OLIVEIRA et al., 2021). O colágeno oriundo do pescado é considerado seguro, pois têm baixo risco de infecção por patógenos e têm excelente biocompatibilidade, além de estarem sujeitos a menos restrições religiosas e éticas do que as fontes terrestres (SALVATORE et al., 2020; SIONKOWSKA, 2021).

De acordo com Oliveira et al. (2021), para realizar a extração do colágeno de subprodutos da indústria de pesca, a matéria prima deve passar por um pré-tratamento que podem envolver as seguintes etapas: (I) a lavagem com água e cloreto de sódio para retirar impurezas e gorduras que podem ser possíveis interferentes; (II) lixamento da amostra para aumentar a superfície de contato com fase líquida; (III) imersão em soluções alcalinas preparadas com hidróxido de sódio (NaOH), peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), ou uma combinação destes, visando a remoção das impurezas e das proteínas não colágenas; (IV) utilização de álcool butílico (10%), a presença desse reagente pode remover partes oleosas.

Após a realização do pré-tratamento, a extração do colágeno pode ser realizada, onde irá resultar em um colágeno mais puro com uma maior suscetibilidade à hidrólise (HONG et al., 2019). Uma vez que a solubilidade do colágeno em água fria é fraca, devido à forte estrutura de hélice tripla reticulada, é preciso aplicar métodos de extração baseados na solubilização do colágeno em soluções ácidas, em soluções alcalinas e na presença ou ausência de pepsina a 4°C, podendo esses métodos serem auxiliados ou não por outros tratamentos, como o aumento da temperatura e da pressão (HONG et al., 2019; MNEIMNEH, MEHANNA, 2021). Zou et al. (2017) utilizaram ultrassom para auxiliar na extração de gelatina de tartaruga de casca mole (*Pelodiscus sinensis*, Wiegmann, 1835), onde a presença do ultrassom aumentou o rendimento de colágeno quando comparado com as técnicas tradicionais.

Através de processos ativados por tratamentos térmicos ou químicos, as ligações de hidrogênio que estabilizam a hélice tripla podem ser quebradas durante a desnaturação, transformando o colágeno em uma forma de espiral aleatória conhecida como gelatina (SALVATORE et al., 2020).

### 3.4 GELATINA

A gelatina é uma proteína solúvel em água derivada da desnaturação parcial do colágeno de diversas fontes como couros, peles, ossos, cartilagens e tendões de animais, sob condições ácidas, alcalinas, enzimáticas ou de altas temperatura (HU et al., 2019; LV et al., 2019). Geralmente é encontrada na forma de comprimidos, grânulos ou pós para serem dissolvidos em água antes do uso (YANG et al., 2016). Segundo relatório sobre Potencial da Indústria de Aditivos, a gelatina é o produto com maior volume de exportação do segmento de aditivos alimentícios (BAIN; COMPANY, 2014).

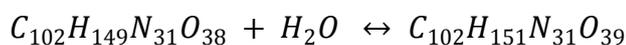
A pele de peixe é a fonte primária para a extração de gelatina entre os subprodutos do processamento de pescado (SILVA et al., 2017). Devido a sua capacidade tensoativa resultantes de suas áreas hidrofóbicas (HUANG et al. 2017) e características semelhantes às da gelatina suína, como gelificação, texturação, emulsificação e capacidade de formação de cápsulas (ABDELHEDI et al., 2017; ALIPAL et al., 2021), a gelatina da pele do peixe encontra-se em destaque na indústria alimentícia (JRIDI et al., 2020; WANGTUEAI et al., 2020; HUANG et al., 2020), na confeitaria (CAI et al., 2017; SULTANA et al. 2018; KAMER et al., 2019), na indústria farmacêutica (GASPAR-PINTILIESCU et al., 2019; LIU et al., 2019; LV et al., 2019) e cosmética (SALVATORE et al., 2020; LI et al., 2018; ALVES et al., 2017).

Todos os tipos de gelatinas possuem composição semelhantes (ALFARO et al., 2015), porém, o uso de diferentes fontes, pré-tratamento e métodos de extração influenciam nas suas características e propriedades (MAHMOOD et al., 2016). O processamento de obtenção da gelatina da pele do peixe consiste em três etapas principais: pré-tratamento da matéria-prima, extração da gelatina, purificação e secagem (LV et al., 2019). Em geral, existem dois tipos de gelatina, classificados de acordo com o pré-tratamento do colágeno. A gelatina tipo A é obtida através da extração ácida, com o ponto isoelétrico em pH 6–9; a gelatina tipo B é produzida através de uma extração alcalina, com o ponto isoelétrico em pH 5,8–5,6 (HUANG et al., 2019).

Os métodos de extração utilizados influenciam nas propriedades da gelatina como o comprimento das cadeias polipeptídicas e as propriedades funcionais, o que depende dos parâmetros do processo (temperatura, tempo e pH), do pré-tratamento, das propriedades e do método de conservação da matéria-prima de partida (KARIM, BHAT, 2009). Métodos ácidos tendem a produzir gelatinas com resistência e viscosidade mais efetivas, enquanto que os métodos com extração em elevadas temperaturas produzem gelatinas com resistência e viscosidade mais baixas (ZHANG et al., 2020). Os métodos de extração de enzimas possuem rendimentos de produção mais elevados e tempos de extração mais curtos, entretanto dependem dos tipos de enzimas e atividades enzimáticas (ZHANG et al., 2020).

A gelatina de peixe encontra-se como um importante aditivo alimentar devido à suas funções de revestimento, emulsificante, espumante e sua elevada tenacidade e termoreversibilidade (ALIPAL et al., 2021). Dependendo das características químicas e físicas, a gelatina pode ser afetada quanto a sua concentração, distribuição do peso molecular, proporção das cadeias proteicas e composição de aminoácidos (CASANOVA et al., 2020).

A hidrólise do colágeno de tecidos animais, como o da pele de peixe, é o principal componente da produção de aminoácidos (ISMAIL, ABDULLAH, 2016). A estrutura helicoidal tripla (estrutura terciária única) é formada pelos arranjos de aminoácidos presentes na composição, é a característica mais proeminente da molécula de colágeno (BHAGWAT, DANDGE, 2018). A disposição química da gelatina consiste em diversas frações polipeptídicas, como a cadeia  $\alpha$  (~100 kDa), cadeia  $\beta$  (~200 kDa, dímero da cadeia  $\alpha$  formada por ligações cruzadas covalentes) e cadeia  $\gamma$  (~300 kDa, trímero de cadeia  $\alpha$  formada por ligações cruzadas covalentes) (ZHANG et al., 2019). A conversão do colágeno em gelatina solúvel se dá pela clivagem da molécula de hidrogênio e das ligações covalente que estabilizam a estrutura da hélice tripla (HOSSEINI et al., 2015), através da reação abaixo (RIDHAY et al., 2016):



A gelatina de peixe é composta, aproximadamente, por 18 variedades de aminoácidos complexos, destacando a glicina, a prolina e a hidroxiprolina, representando mais de 50% da composição de aminoácidos totais (ALIPAL et al., 2021).

A cadeia de colágeno é caracterizada pela repetição dos aminoácidos glicina-prolina-prolina ou glicina-prolina-hidroxiprolina, esses aminoácidos se unem por meio de ligações peptídicas e formam a gelatina (SIBURIAN et al., 2020). Assim, a molécula do colágeno é composta pela sequência de três aminoácidos: *Gly*-XY, onde *Gly* é o aminoácido glicina; X é geralmente prolina (*Pro*) e Y comumente hidroxiprolina (*Hyp*) (PORFÍRIO, FANARO, 2016). Devido ao baixo teor de aminoácidos, principalmente *Hyp* e *Pro*, a gelatina de peixe hidrolisada apresenta ponto de fusão, baixa temperatura de gelificação e força de gel (força *Bloom*) inferiores, no entanto possui uma alta atividade antioxidante, mostrando seu potencial aplicação como emulsionantes em encapsulações de antioxidantes (CAO et al., 2021; PARK et al. 2021). A gelatina apresenta um caráter hidrofóbico e hidrofílico, devido a presença de grupos apolares capazes de realizar interações covalentes, desempenhando um papel importante na formação e estabilização das emulsões (CAO et al., 2021; OZTURK, MCCLEMENTS, 2016).

### 3.5 COMPOSIÇÃO AROMÁTICA

Os compostos aromáticos que causam o odor característico de peixe fresco podem ser gerados por meio de processos endógenos (ocorrem naturalmente no corpo do peixe a partir das reações enzimáticas oxidativas e da autoxidação como: álcoois, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, furano, sulfureto e naftaleno) e/ou exógenos (reações enzimáticas e

microbianas devido ao manuseio e armazenamento inadequado) (SELLI et al., 2006; UNDELAND, 2016; PEINADO et al., 2016; LIU et al., 2021). Métodos químicos, físicos e microbiológicos vêm sendo empregados para reduzir ou remover os odores característicos do pescado (DEKE et al., 2016). O perfil de compostos voláteis aromáticos é um importante indicador da qualidade do pescado, devido ao efeito na aceitação e preferência do consumidor (MA et al., 2019). No entanto, há poucas informações sobre o perfil de compostos voláteis da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*).

O peixe e seus subprodutos, sobretudo o óleo, são fontes de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa ( $\omega$ -3 PUFAs), essencialmente os ácidos eicosapentaenoicos (EPA: C20:5  $\omega$ -3) e o docosahexaenoico (DHA: C22:6  $\omega$ -3) que desempenham papel importante na saúde do homem, como a redução do colesterol no sangue, melhoria da visão e na saúde do cérebro (MOUSAVIPOUR et al., 2021; DALY et al., 2021; JIA et al., 2021). O EPA e DHA possuem um grande número de hidrogênios bis-alílicos, o que podem aumentar consideravelmente sua suscetibilidade à oxidação quando expostos ao oxigênio, luz e calor, levando à perda de suas propriedades nutricionais (MOUSAVIPOUR et al., 2021; JIA et al., 2021).

Além disso, os ácidos graxos insaturados são propensos à rápida oxidação e sua instabilidade aumenta com o número de ligações duplas (PEINADO et al., 2016). Os principais odores produzidos a partir da oxidação lipídica dos peixes segundo Berdeaux et al. (2007); Fu et al. (2009); Yarnpakdee et al. (2012) e Liu et al. (2021), são alguns aldeídos (2,4-decadieno e 2,4,7-decadienal) e aldeídos de olefina (hexanal, 2,4-heptadienal, 2,4-decadieno aldeídos, 2-hexenal e 2,6-nonadienal).

Mudanças químicas no músculo dos peixes durante a deterioração geram aminas voláteis que são responsáveis por causar sabores e odores estranhos que podem ser definidos como pungentes, amoniacais ou acima dos limites sensoriais (BALIÑO-ZUAZO, BARRANCO, 2016; ESPOSITO et al., 2018): amônia, trimetilamina (TMA), dimetilamina (DMA) e metilamina (MA); conhecidas coletivamente como nitrogênio das bases voláteis totais (NBVT) (BALIÑO-ZUAZO, BARRANCO, 2016).

A trimetilamina (TMA) é uma amina terciária que é muito volátil à temperatura ambiente que apresenta um forte odor característico no músculo do peixe, detectável pelo sentido olfativo humano mesmo que em pequenas concentrações (GEETHA et al., 2022). O baixo limiar sensorial dessa substância se origina do n-óxido de TMA precursor (TMAO) por meio de processos bacterianos ou enzimáticos por meio da decomposição do pescado,

produzindo também a dimetilamina e formaldeído, que são compostos que influenciam no odor, mas possui menor destaque que a TMA (BALIÑO-ZUAZO, BARRANCO, 2016).

Segundo Mahmoud, Buettner (2016; 2017) o odor característico do pescado tem uma ligação direta com a composição da água do *habitat*, estabelecendo assim uma forte relação da qualidade da água com o aroma do peixe, onde esses compostos voláteis são absorvidos através da respiração do peixe e então armazenados sob a pele na camada lipídica. Os peixes de água doce, salgada e os de aquicultura são capazes de produzir diversos compostos aromáticos capazes de influenciar no odor do peixe, destacando as aminas, metilas, compostos dialquil voláteis, trimetilamina, dimetilamida, álcoois, aldeídos lineares saturados e hidrocarbonetos (WILKES et al., 2000; ROBERTSON et al., 2005; VARLETT et al., 2007; MAHMOUD et al., 2018).

### 3.6 CARVÃO ATIVADO

A origem do carvão ativado (CA) está associada ao Antigo Egito (1500 a.C.), naquela época, os egípcios fizeram o uso das características adsorventes elevadas desse material para purificação de água e fins medicinais (CCI, 2006). A adsorção é conhecida como um dos métodos convencionais de tratamento de água e de resíduos, possuindo condições operacionais fáceis e baixo custo de aplicação (THOTAGAMUGE et al., 2021). O carvão ativado é um material de carbono amorfo, interessante e versátil, que no decorrer das décadas passou a ser aplicado nas indústrias como um agente descolorante e como componente das máscaras contra gases tóxicos durante as guerras (CCI, 2006; LEIMKUELER et al, 2010).

O material carbonáceo pode ser ativado fisicamente, através de um processo a gás, ou quimicamente, que irá originar na sua superfície uma grande área com estruturas porosas, sendo frequentemente utilizado como adsorvente para remover odores, cores, sabor, surfactantes e impurezas indesejáveis na mistura de reação, além de serem aplicados para transportar catalisadores (ASPEVIK et al., 2016; TANEMURA, ROHAND, 2020; PACHELLES et al. 2021).

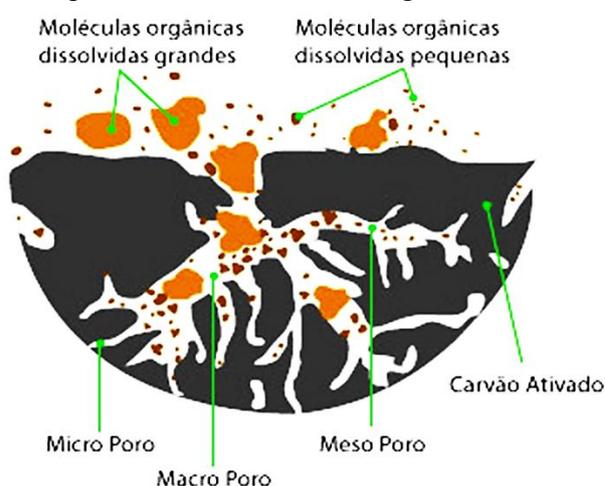
Na ativação química do carvão, a carbonatação direta da matéria-prima é realizada sob alta temperatura, variando entre 500°C a 900°C na presença de catalisadores, como ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) e cloreto de zinco (ZnCl<sub>2</sub>); posteriormente os reagentes químicos são removidos (por reação ácida ao utilizar H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> e neutralização na presença ZnCl<sub>2</sub>), expondo a estrutura porosa do carvão (SOARES, 2001; ASPEVIK et al., 2016). Enquanto, a ativação física consiste na gaseificação do carvão com oxigênio combinado (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> ou mistura de ambos); para o processo de carbonatação se utiliza temperaturas mais baixas, variando entre

400°C a 500°C, e então, para a ocorrência da gaseificação parcial, atinge-se temperaturas de 800°C a 1000°C (SOARES, 2001; ASPEVIK et al., 2016).

O processo de adsorção ocorre na superfície do material, podendo ser monocamada ou multicamada dependendo das propriedades do adsorvato e do adsorvente (SOLIMAN, MOUSTAFA, 2020; THOTAGAMUGE et al., 2021), além disso, a superfície do carvão não é hidrofóbica, aumentando seu desempenho para adsorção de compostos orgânicos voláteis (IYOBE et al., 2004). O adsorvato (átomos, íons ou moléculas em estado gasoso, líquido ou sólido dissolvido) e o adsorvente, contribuem física ou quimicamente para o processo (THOTAGAMUGE et al., 2021).

As propriedades físicas e químicas do adsorvente desempenham um papel importante na funcionalidade do carvão ativado, tais como: área de superfície, tamanho de poro, estrutura química e grupos funcionais (SANKARAN et al., 2010; GODWIN et al., 2019; SOLIMAN, MOUSTAFA, 2020;). Os diferentes tamanhos de poros do carvão podem ser classificados como *micro poro*, *meso poro* e *macro poro*, representados pelos diâmetros de <2nm, 250nm e >50nm, respectivamente (IYOBE et al., 2004). A Figura 4 abaixo demonstra a distribuição dos poros na estrutura do carvão ativado.

Figura 4: Representação esquemática da estrutura do grão de carvão ativado.



Fonte: Silva, 2017.

A capacidade do carvão ativo em adsorver compostos depende de vários fatores, como: o processo de ativação que o carvão foi submetido, a granulometria, a área superficial, a densidade, o pH, o teor de cinzas, a estrutura interna dos poros, a presença de grupos funcionais na superfície dos poros que conferem alta reatividade da superfície, as dimensões dos poros e alta resistência mecânica (AHMEDNA et al., 2000; COUTINHO et al., 2000).

Nas indústrias de alimentos, o carvão ativado atua como um excelente desodorizante e é frequentemente empregado para melhorar o odor e a aparência dos produtos alimentícios (DESILVA, 2000). Em um estudo sobre hidrolisados de molusco (ondulado de Paphia), a adsorção pelo carvão ativo remove efetivamente os compostos voláteis n-hexanal, n-heptanal, 2,4-heptadienal e 2,3-octanediona (DEKE et al., 2016). E os hidrolisados de moluscos tratados com o carvão foram descritos como amostras com odor de peixe característico de baixa intensidade por painelistas sensoriais treinados durante a avaliação sensorial (DEKE et al., 2016). O estudo mostrou que a desodorização realizada com carvão ativado foi capaz de reduzir o teor de trimetilamina (TMA), considerado uma das principais substâncias que provocam o odor do pescado, nos hidrolisados estudados (DEKE et al., 2016).

### 3.7 ETANOL

A crescente conscientização sobre os riscos ambientais e à saúde e as restrições legislativas sobre a presença de solventes clorados em produtos alimentícios levaram à busca de solventes e procedimentos de extração de compostos seguros (COUTO et al., 2022). O álcool etílico ou também chamado de etanol ( $C_2H_6O$ ) é um composto orgânico polar prótico amplamente disponível e utilizado como solvente, germicida, agente congelante, combustível, aditivo para combustíveis e tintas, produtos de higiene pessoal, alimentos, bebidas, fragrâncias, na produção de outros compostos orgânicos, entre outros. (BREIL et al., 2017; CRIDDLE et al., 2019; RINCÓN-CERVERA et al., 2020). Suas principais características físicas estão disponíveis na tabela abaixo (WANG et al., 2022; MA et al., 2022):

Tabela 2. Propriedades físicas do etanol anidro.

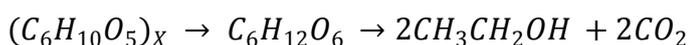
<b>Propriedades</b>	<b>Dados</b>
<b>Fórmula química</b>	$C_2H_6O$
<b>Fase sob a condição padrão</b>	Líquida
<b>Peso molecular (kg/kmol)</b>	46,07
<b>Densidade a 20°C (kg/m<sup>3</sup>)</b>	795
<b>Calor da vaporização (kJ/kg)</b>	918,60
<b>Ponto de ebulição (°C)</b>	78,5

O álcool etílico hidratado é o mais comum, sendo este uma solução hidroalcoólica contendo de 92 a 95% (v/v) de etanol, podendo, por processos de destilação fracionada, alcançar concentrações de até 95,6% (v/v) (SHREVE, BRINK, JOSEPH, 1997). Já o etanol

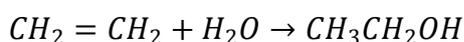
anidro, também chamado de etanol absoluto, não pode ser obtido por destilação fracionada porque forma-se uma mistura azeotrópica entre a água e o etanol com essa concentração (SHREVE, BRINK, JOSEPH, 1997). Porém, o tratamento da mistura azeotrópica com agentes desidratantes como a cal (CaO), hexano, benzeno ou peneiras moleculares pode levar à formação do álcool absoluto, com concentração aproximadamente igual a 99,9% (v/v) (RUSSEL, SEILER, 1991).

O n-hexano e o éter de petróleo são os solventes mais utilizados para a extração de lipídios devido a sua estabilidade química, baixo ponto de ebulição, alto poder de solubilização e facilidade de recuperação (CASCANT et al., 2017), no entanto, é prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente, além de ser obtido do petróleo, um recurso não renovável (KUMAR et al., 2017). Nesse contexto, o etanol é considerado um solvente verde, não-tóxico e de grau alimentar, além de ser uma abordagem sustentável para a obtenção de extratos lipídicos de valor agregado, sendo considerado promissor para substituir o n-hexano e o éter de petróleo na extração de compostos hidrofóbicos, demonstrando ser altamente eficientes, com baixos tempos de extração e consumo de solvente, que não representa nenhum problema regulatório na indústria alimentícia (CALVO-FLORES et al., 2018; SANTOS, SILVA, SILVA, 2021), entretanto, sua aplicação em extração lipídica ainda é pouco explorada devido seu baixo rendimento lipídico ou com menor pureza lipídica. Além disso, foi observado que, com o aumento da proporção de etanol nos processos, os rendimentos e a composição presentes nos lipídios tendem a atingir resultados semelhantes aos obtidos pela extração *soxhlet* com éter de petróleo (SÁNCHEZ-CAMARGO et al., 2012).

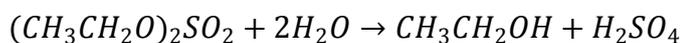
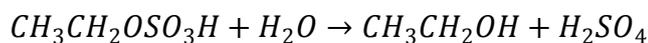
O etanol pode ser obtido a partir de três mecanismos principais: fermentação, hidratação direta e indireta. A fermentação para a produção do álcool etílico é um dos métodos mais antigos existente, que consiste na quebra do açúcar na presença de água, onde há ação de leveduras diversas, essa ação ocorre de acordo com a reação abaixo (CRIDDLE et al., 2019):



Na hidratação direta, o eteno (etileno) é solubilizado em água e essa mistura é submetida a ação de um catalizador (ácido fosfórico em sílica) a uma temperatura de 300°C e uma pressão de 70 atm (CRIDDLE et al., 2019). A reação é dada por:



A hidratação indireta ocorre quando o eteno reage com o ácido sulfúrico para formar mono e di-sulfatos, que a adição de água ocorre a hidrolisação e o etanol é formado (CRIDDLE et al., 2019).



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

#### 4.1.1 Matéria-prima

Foram utilizadas peles de pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) obtidas na feira do Ver-o-Peso, Belém (PA). O resíduo foi transportado para o Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA), da Universidade Federal do Pará (UFPA), em caixas térmicas com gelo em escamas (1 kg de peixe/1 kg de gelo) mantendo a temperatura cerca de 5 °C. No laboratório, as peles foram higienizadas e sanitizadas através da imersão em água clorada a 5 ppm (mg/L) durante 5 minutos, posteriormente foram lavadas com água destilada. As escamas e a carne remanescente foram retiradas e as peles acondicionadas, seladas à vácuo e congeladas a -22 °C em *freezer* vertical, até as etapas de extração.

### 4.2 MÉTODOS

#### 4.2.1 Extração da gelatina

A metodologia utilizada para obtenção da gelatina é descrita por Silva et al. (2018) com modificações no método de secagem e na temperatura de imersão em água destilada. As peles foram cortadas em pedaços de 4cm x 4cm, lavadas em água corrente e imersas nas seguintes soluções: solução de cloreto de sódio (NaCl) 0,6 M na proporção de 1:5 (peso/volume) durante 15 minutos, sob agitação de 85 rpm a 25 °C em incubadora *shaker* (Lucadema, Luca-223, Brasil), em seguida o material foi submerso em solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,3 M na proporção de 1:5 (peso/volume) por 15 minutos, nas mesmas condições de agitação da etapa anterior; por último, as peles foram imersas em solução de ácido acético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) 0,02 M na proporção 1:5 (peso/volume) durante 60 minutos sob agitação em incubadora *shaker* (25 rpm à 25 °C).

Entre cada tratamento, ocorreu a lavagem das peles com água destilada (3 repetições). O processo da extração ocorre com a adição de água destilada em banho-maria (Tecnal, Te-057, Brasil) a 60 °C por 12 horas mantendo uma proporção de 1:5 (peso/volume). Após o

aquecimento, o material foi submetido à filtração em tecido *faillet* e a gelatina obtida passou pela etapa de secagem em estufa com circulação de ar forçado (Tecnal, TE-394/3, Brasil) a 60 °C durante 15 horas. Finalmente, a gelatina seca obtida foi embalada a vácuo (Embaladora Fastvac, F200, Brasil) e armazenada a -26 °C em um *freezer* vertical até a realização das análises. Ao final da extração foi obtida a amostra controle (C).

#### 4.2.2 Amostragem

As seguintes amostras de gelatinas que foram estudadas nesta pesquisa:

- a) **Controle (C):** amostra de gelatina que não passou por nenhum processo de desodorização;
- b) **Deslipidificação etanólica (E):** amostra de gelatina desodorizada com uma solução de álcool etílico 50%;
- c) **Carvão ativado em pó (ACP):** amostra de gelatina desodorizada com carvão ativado em pó (0,5%);
- d) **Carvão ativado granulado (GAC):** amostra de gelatina desodorizada com carvão ativado granulado (0,7%);
- e) **Deslipidificação etanólica com o carvão ativado (EGAC):** amostra de gelatina desodorizada com uma solução de álcool etílico 50% e carvão ativado granulado (0,7%).

##### 4.2.2.1 Desodorização por deslipidificação etanólica (E)

A desodorização da gelatina pelo processo da deslipidificação etanólica foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Issains et al. (2019), com alterações. As peles limpas e sanitizadas foram submetidas a um pré-tratamento em imersão em uma solução de etanol 50%, na proporção de 1:5 (peso/volume), durante 30 minutos à 25 °C, sob agitação constante em incubadora *shaker* (Lucadema, 220, Brasil), objetivando a interação com as moléculas de lipídios para a sua retirada através das lavagens. Posteriormente, foram realizadas as etapas de extração da gelatina conforme o descrito no tópico 4.2.1.

##### 4.2.2.2 Desodorização por adsorção com carvão ativado em pó (ACP) e granulado (GAC)

O processo de desodorização para a remoção de aromas indesejáveis foi realizado segundo Pan et al. (2018), com modificações nas concentrações, na filtração e na secagem. A solução de gelatina extraída de pele de peixe foi desodorizada com carvão ativado (Synth, Brasil) em pó na concentração de 0,5% (m/v) e granulado a 0,7% (m/v). O agente desodorizante (carvão ativado) foi adicionado na solução de gelatina, onde permaneceu por 60 minutos à 25 °C, sob agitação constante em incubadora *shaker* (Lucadema, 220, Brasil). A

mistura foi filtrada à vácuo em funil de *Büchner*, com papel filtro Whatman nº 4, para a remoção do agente presente na solução. A solução de gelatina desodorizada foi desidratada por convecção de ar quente, através de estufa com circulação forçada de ar (Tecnal, TE-394/3, Brasil) a 60 °C por 12 horas para posterior realização das análises.

#### 4.2.2.3 Desodorização por combinação do etanol com o carvão ativado granulado (EGAC)

A desodorização pela combinação da adsorção e retirada dos lipídios ocorreu pela combinação das metodologias descritas nos tópicos 4.2.1.1 e 4.2.1.2.

### 4.2.3 Rendimento das extrações

Foi realizado o cálculo do rendimento da amostra controle e das amostras desodorizadas para determinar a relação entre a massa de gelatina seca e a quantidade inicial de matéria-prima, expresso em g gelatina/100g peixe acordo com a Equação 4, segundo Binsi et al. (2009).

$$\text{Rendimento de gelatina (\%)} = \frac{\text{massa seca da gelatina (g)}}{\text{massa úmida da pele fresca (g)}} \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

### 4.2.4 Avaliação das gelatinas controle e desodorizadas

#### 4.2.4.1 Caracterização físico-química

As seguintes análises de caracterização físico-química foram realizadas na matéria-prima *in natura* e nas gelatinas extraídas, em triplicata, de acordo com as metodologias abaixo:

- a) **Umidade:** foi determinada pelo método gravimétrico, por secagem da amostra em estufa a 105°C, até peso constante, de acordo com o método nº 920.151 da AOAC (1997);
- b) **Lipídios:** foram determinados pelo método *Soxhlet*, utilizando éter de petróleo como solvente extrator, de acordo com o método nº 922.06 da AOAC (1997);
- c) **Proteínas:** foram determinadas a partir do nitrogênio total contido na amostra, de acordo com o método *Kjeldahl*, nº 920.87 da AOAC (1997), multiplicando o valor obtido, das peles pelo fator 6,25 e para gelatina 5,55, para a conversão em proteínas;
- d) **Cinzas:** foram determinadas gravimetricamente, por calcinação da amostra a 550 °C, de acordo com o método nº 930.05 da AOAC (1997).

#### 4.2.4.2 Cor instrumental

Para a determinação de cor instrumental das gelatinas extraídas foi utilizado o colorímetro portátil (MINOLTA, modelo CR 310) no espaço CIE (Comission Internacionale

de L'Eclairage), para obter os parâmetros de L\* (luminosidade), a\* (intensidade do vermelho), b\* (intensidade do amarelo), h° (ângulo de tonalidade) e C\* (valor do croma). O parâmetro  $\Delta E^*$  (magnitude da diferença total de cor) foi determinado segunda a Equação 5. Para o branco, foi considerado a amostra controle (C).

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde,  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  são as diferenças entre o parâmetro de cor das amostras processadas e o parâmetro de cor da amostra de controle.

#### 4.2.4.3 Propriedades da gelatina

##### a) Força em gel

A força em gel foi determinada de acordo com Choi, Regenstein (2000) e Kittiphattanabawon et al. (2010). A gelatina a 6,67% (m/v) foi misturada com água destilada (60 °C) e a solução foi agitada até completa solubilização da gelatina. Posteriormente, a solução foi transferida para molde com 3cm de diâmetro e 2,5 cm de altura e incubada a 10 °C durante 17h. A força do gel foi determinada através de um reômetro (Sun Scientific Co, Reo Thex SD-700, Japão), usando sonda de *teflon* cilíndrica (12,5 mm de diâmetro) em uma velocidade de 1mm/s e carga de 5 g. A força máxima, em gramas, foi registrada quando o êmbolo penetrar 4mm nas amostras de gel.

##### b) Ponto de fusão

O ponto de fusão foi realizado de acordo com a metodologia apresentada por Choi, Regenstein (2000). As soluções de gelatina a 6,67% (m/v) foram preparadas e aquecidas em banho-maria (Tecnal, Te-057, Brasil) a 60 °C por 15 min, em seguida foram resfriadas em banho de gelo e maturadas a 10 °C em refrigerador durante 17 horas (Quimis, Q315M, Brasil). Após a maturação, foram adicionados sobre o gel cinco gotas de uma mistura de 75% de clorofórmio e 25% do corante azul de metileno, depois as amostras foram colocadas novamente em banho-maria a 15 °C, com elevação da temperatura de 0,5 °C a cada 5 minutos. A temperatura do banho foi verificada com o auxílio de termômetro e o ponto de fusão foi determinado no momento em que as gotas coradas se moverem para o interior do gel.

##### c) Capacidade emulsificante

A capacidade emulsificante (CE) foi determinada segundo Tabarestani et al. (2010), com modificações. Foram misturados 20 mL de solução da gelatina a 3,3%, com 20 mL de

óleo de soja. A mistura foi homogeneizada a 1750 rpm por 30 segundos e posteriormente centrifugada a 2000 xg por 5 minutos.

#### **d) Capacidade de formação de espuma**

A capacidade de formar espuma foi determinada conforme descrito por Tabarestani et al. (2010), com modificações. A solução de gelatina a 1, 2, 3, 4 e 5% (m/v) foi transferida para cilindros de 100 mL e homogeneizadas a 15000 rpm com homogeneizador mecânico (Ultra Stirrer, ultra 380, USA) durante 60 segundos em temperatura ambiente. A formação de espuma foi calculada de acordo com a Equação 6.

$$\text{Formação de espuma (\%)} = \frac{(V_T - V_0)}{V_0} \times 100 \quad \text{Equação (3)}$$

Onde:

$V_T$ : Volume total após homogeneização;

$V_0$ : Volume inicial antes da homogeneização.

#### 4.2.4.4 Determinação do peso molecular das gelatinas em gel de dodecil sulfato de sódio-poliacrilamida (SDS-PAGE)

As gelatinas controle e desodorizadas foram analisadas de acordo com a metodologia proposta por Laemmli (1970), com alterações. O padrão Bio-RAD foi avaliado previamente e utilizado como marcador. No pré-tratamento, as amostras de gelatinas (0,015 g) foram solubilizadas com 1000 µl de SDS 5% e aquecidas a 80 °C em banho-maria durante 60 minutos. Em seguida, foram misturadas, na proporção de 1:1, em uma solução tampão (7,5 ml de Tris-HCl 1M, pH 6,8, 35 ml de SDS 10%, 0,15g de azul de bromofenol, 15 ml de glicerol, 75 ml de água destilada e 700 µl de βMercaptoethanol 14,3 M). Alíquotas de 15 µl foram aplicadas em gel de separação de 8% e empilhamento de 5% a uma corrente de 30 mV. Após a separação, as amostras foram coradas e descoradas segundo o método descrito pelo Instituto de Medicina Tropical (IMT) da Universidade de São Paulo (USP). As bandas foram coradas com o corante Cromassie Blue G-250 (azul de cromassie 0,5%, metanol 30%, ácido acético 10% e água destilada 59,9%) usando microondas durante 1 minuto para um rápido aquecimento e fixação, depois, foi adicionado a solução descorante (ácido acético 10%, metanol 30% e água destilada 60%); as amostras em solução foram submetidas ao aquecimento com forno microondas por 1 minuto novamente. A troca da solução descorante e o aquecimento foram realizados até o aparecimento das bandas.

#### 4.2.4.5 Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)

O espectro de FTIR das gelatinas desodorizadas e controle foram realizados usando o espectrômetro Agilent Cary 630 (cristal de seleneto de zinco) com Transformada de Fourier e Reflectância Total Atenuada (FTIRATR), na faixa de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$  e 32 varreduras.

#### 4.2.4.6 Avaliação sensorial

A aplicação da análise sensorial da pesquisa foi submetida e apreciada previamente pelo Comitê de Ética do Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará via Plataforma Brasil (CAAE: 67219923.7.0000.0018).

Para a realização da análise sensorial e etapas de seleção, treinamento e monitoramento da equipe de julgadores foram utilizadas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR ISSO 13299 (ABNT, 2017).

Para análise sensorial, adaptou-se a metodologia de Serfert, Drusch, Schwarz (2010). O recrutamento dos provadores foi realizado por meio de convites verbais impressos, distribuídos principalmente para os estudantes da Universidade Federal do Pará (UFPA). Durante o recrutamento, ocorreu o esclarecimento do objetivo e a forma como o projeto seria executado. No convite impresso, houve um questionário de autopreenchimento quanto à apresentação de boas condições de saúde de um modo geral, não existência de deficiências físicas ou fisiológicas que limitem sua percepção sensorial, disponibilidade para realizar os testes, habilidade em responder às questões verbais de forma adequada e clara.

Para a fase de pré-seleção, aplicou-se testes de aroma e intensidade de aroma de acordo com as recomendações da ISO 8586 (ISO, 1993). Para os testes de aroma, os provadores receberam os 20 aromas identificados, para realizar o reconhecimento inicial. Posteriormente, cada provador analisou 10 amostras de aromas aleatorizadas para associar e descrever, onde esses aromas estavam presentes na etapa de reconhecimento. Cada amostra foi ser associada a um aroma e descrita através da memória olfativa. Os participantes que reconheceram 80% dos aromas corretamente foram selecionados.

Para os testes de intensidade de aroma, adaptou-se a metodologia proposta por Yamamoto (2011). Foram preparadas 4 soluções em concentrações diferentes: tempero de peixe pronto e o álcool (iso) amílico. O tempero de peixe foi preparado nas concentrações de 0%, 2%, 4% e 8%. Os candidatos deveriam ordenar os aromas em ordem de intensidade percebida, sendo que o critério de seleção seria o acerto total (100%).

As pessoas aprovadas, nos testes anteriores foram recrutadas para participarem do treinamento (12 provadores), com o tempo médio de 3 meses. Para o treinamento do painel

sensorial, foram aplicados diferentes métodos: análise sensorial descritiva (DIN 10964, 1996-02) e testes de classificação (DIN 10963, 1997-11), onde os temas específicos foram levantados para que os avaliadores compreendam o significado de cada atributo.

Para a avaliação sensorial, foi utilizado a metodologia proposta por Pan et al. (2018), onde foram apresentados aos julgadores as amostras desodorizadas e a amostra controle, codificadas com três dígitos, escolhidos através de tabelas de números aleatórios. As análises realizadas ocorreram em cabines individuais, sob condições controladas, atendendo aos requisitos do ISO 8589 (ISO, 1988) e ASTM E 480 (ASTM, 1984).

As intensidades dos atributos de odor foram avaliadas por uma escala de intensidade não estruturada para levantar os termos descritivos apresentados no treinamento (Anexo 1). A escala foi composta por uma linha de quatorze centímetros, tendo expressões quantitativas (pontos âncora) nas extremidades de “fraco/intenso” e “ausente/presente”.

#### 4.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados de caracterização foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e igualdade de variâncias, para verificar se os dados das amostras seguem a distribuição normal, posteriormente foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as diferenças entre as médias foram avaliadas pelo Teste de *Tukey* a 5% de significância ( $p \leq 0,05$ ). Para variável de formação de espuma foi efetuada análise de regressão. Todas as análises foram realizadas através do programa e os gráficos e tabelas serão elaborados no *Statistica* ver. 10.0 (Statsoft Inc., 2010).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Os resultados do rendimento e da composição físico-química, referentes a pele de pescada amarela *in natura*, da gelatina controle (sem tratamento) e das gelatinas desodorizadas estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 3. Resultados de rendimento e composição físico-química em base seca.

Amostras Parâmetros	<i>In Natura</i>	C	GAC	ACP	E	EGAC
<b>Rendimento</b>	-	23,94	20,87	20,57	25,65	23,30
<b>Umidade</b>	79,58 ±1,85 <sup>a</sup>	7,65 ±0,12 <sup>b</sup>	7,46 ±0,59 <sup>b</sup>	8,04 ±0,26 <sup>b</sup>	8,73 ±0,09 <sup>b</sup>	9,00 ±0,22 <sup>b</sup>
<b>Lipídios</b>	3,09 ±0,17 <sup>a</sup>	0,33±0,025 <sup>b</sup>	0,32 ±0,01 <sup>b</sup>	0,31±0,05 <sup>b</sup>	0,30 ±0,01 <sup>b</sup>	0,32±0,04 <sup>b</sup>
<b>Proteínas</b>	20,42 ± 2,98 <sup>b</sup>	92,31 ±1,99 <sup>a</sup>	95,31 ±0,99 <sup>a</sup>	95,49 ±0,63 <sup>a</sup>	93,58 ±0,25 <sup>a</sup>	94,55 ±1,01 <sup>a</sup>
<b>Cinzas</b>	0,08 ±0,06 <sup>c</sup>	0,89 ±0,30 <sup>b</sup>	0,92 ±0,09 <sup>b</sup>	1,89 ±0,17 <sup>a</sup>	1,89 ±0,10 <sup>a</sup>	1,47 ±0,18 <sup>a</sup>

\*Onde, amostras controle (C), com carvão ativado granulado (GAC), carvão ativado em pó (ACP), etanol 50% (E), e etanol com carvão ativado granulado (EGAC). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ); Valores médios percentuais ± desvio padrão (DP) de triplicata.

Os resultados de rendimentos variaram de 20,57% (ACP) e 25,65% (E). Para a determinação do rendimento, a temperatura de extração da gelatina é um dos fatores mais importantes, além das características intrínscas da matéria-prima e do método de extração (SONGCHOTIKUNPAN, TATTIYAKUL, 2008). Baixas temperaturas resultam em rendimentos inferiores e em uma extração incompleta, enquanto temperaturas muito elevadas tendem degradar a gelatina, afetando sua qualidade (SILVA et al., 2017). Foram relatados por Araújo et al. (2020) rendimento médio de 22,93% para a gelatina extraída da pele de pescada amarela, enquanto Oliveira et al. (2019) encontraram um rendimento de 24,52% para a gelatina extraída da pele de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) e Silva et al. (2017)

encontraram rendimentos de 8 a 24,7% para extração de gelatina da pele de filhote (*Brachyplathystoma filamentosum*).

Na Tabela 4, os parâmetros de umidade, cinzas, lipídios e cinzas *in natura* apresentaram diferença significativa em relação às gelatinas. Sendo que o valor de lipídios apresenta maior média, com valor igual a 3,09%, demonstrando a eficiência das lavagens durante a extração. Os valores de umidade das gelatinas não diferiram ( $p < 0,05$ ). A umidade pode afetar não apenas a vida útil dos produtos que utilizam gelatina, mas também a sua textura (HARYATI et al., 2019). De acordo com Ward, Courts (1997), o teor ideal de umidade para gelatinas comerciais deve estar na faixa de 9 a 14%, desta forma, os resultados encontrados (Tabela 4) estão abaixo da faixa recomendada, exceto a amostra EGAC.

As gelatinas que possuem umidade entre 6 e 8% são consideradas higroscópicas, ou seja, a pressão de vapor saturado do material é menor que a pressão de vapor do ambiente, facilitando a absorção de água do ambiente pela gelatina (ALFARO et al., 2015). As amostras C, E, ACP e GAC apresentaram valores entre 7,65 a 8,73%, podendo ser consideradas higroscópicas, no entanto, amostra que combina a ação do carvão ativado com etanol encontra-se fora dessa faixa. O etanol é um reagente com alta higroscopicidade, possuindo uma elevada capacidade de retenção de água (SHIRAZI et al., 2018), aumentando a umidade das amostras que possuem o álcool etílico como etapa do processo de desodorização, quando comparado com a amostra controle. Outro parâmetro que está diretamente relacionado com a umidade é o teor de cinzas.

Para cinzas, a amostra controle (C) e amostra desodorizada com carvão granulado (GAC) não diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ). O baixo teor de cinzas sugere uma melhor qualidade da gelatina. O teor de cinzas se torna mais elevado devido a resíduos de produtos químicos durante o processamento da amostra ou pela mistura com outros ingredientes (KUSUMANINGRUM et al., 2018; SALEM, et al. 2020), justificando o aumento do teor de cinzas. Todas as amostras avaliadas estão de acordo com a norma do RIISPOA (2020), onde o valor máximo para cinzas em produtos de origem animal em geral deve ser de 2%. A composição das cinzas nos carvões ativados varia de acordo com a matéria-prima que foi utilizada para produzir o carvão; o carvão ativado comercial, em média, possui um teor de 15,2%, o que mostra um alto teor de matéria inorgânica (LOPES et al., 2013).

Quanto maior a quantidade de cinzas no carvão ativado, mais esse carvão irá ter preferência por adsorver as moléculas de água, devido a modificação da interação entre a superfície do carvão e a espécie a ser adsorvida (RIVERA-UTRILLA et al., 2005). Em relação a amostra controle, as amostras tratadas com carvão ativado possuem maior

quantidade de cinzas podendo possuir maior umidade devido ao caráter hidrofílico do carvão (Tabela 4).

As gelatinas produzidas no presente trabalho apresentam elevado teor proteico, onde podemos observar que os métodos de desodorização não prejudicaram a qualidade da proteína, não apresentando diferença entre elas ( $p < 0,05$ ). A presença de um elevado teor de proteínas influencia no rendimento, mostrando que houve um bom processo de extração (FIRDAUSIAH et al., 2021). De acordo com Silva et al. (2018), a gelatina oriunda da pele de peixe tende a possuir valores proteicos superiores a 80%. Gelatinas com elevado teor proteico são excelentes matérias-primas para novos produtos, representando o colágeno que se encontra parcialmente hidrolisado. (ARAÚJO et al., 2021), contendo muitos aminoácidos residuais, devido suas cadeias polipeptídicas longas e as ligações de hidrogênio entre as moléculas de proteína, resultando em maior capacidade de ligação de água (AMIZA et al., 2015).

As gelatinas elaboradas não variaram ( $p < 0,05$ ) em relação a quantidade de lipídios, sendo caracterizadas como gelatinas com baixo teor de gordura. Casanova et al. (2020) afirmou que as gelatinas pouco gordurosas são aquelas com lipídios inferiores a 1%. Segundo Araújo et al. (2020), valores baixos de lipídios são desejados para gelatinas de pele de peixe, visto que a pele de peixe possui moléculas lipofílicas com alto grau de insaturação, sendo suscetíveis a reações de oxidação que interferem no odor da gelatina, na vida de prateleira e na qualidade nutricional, limitando a aplicação (SEA-LEAW, BENJAKUL, 2015; NURIMALA et al., 2022). Gelatinas comerciais possuem lipídios em torno de 0,11%, quantidade inferior aos determinados na Tabela 4, onde a diferença entre esse valor para os demais tipos de gelatina se dá, principalmente, pelas características da matéria-prima (KUSUMANINGRUM et al., 2018).

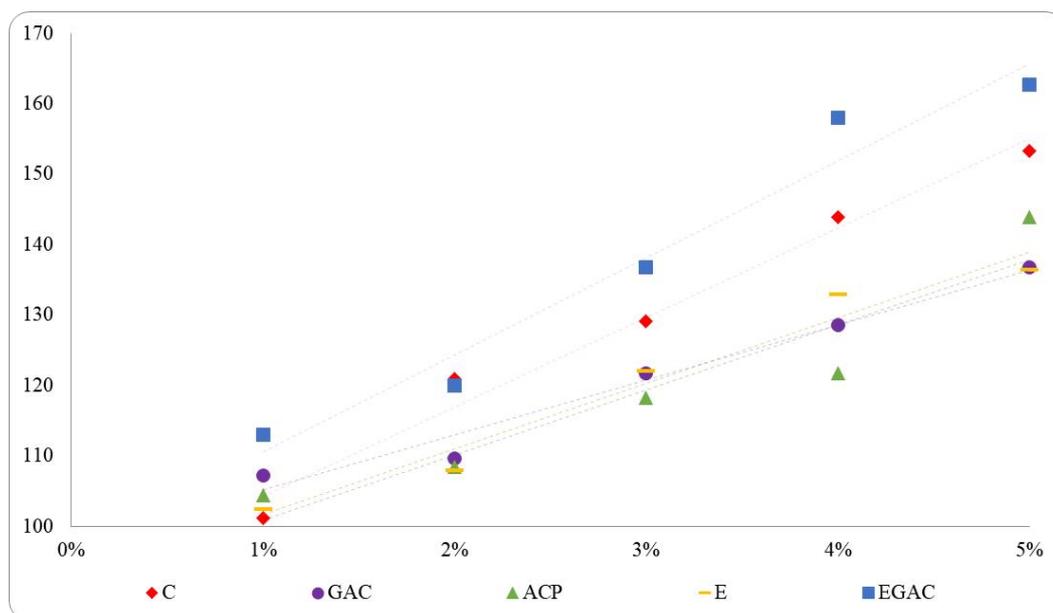
## 5.2 PROPRIEDADES DA GELATINA

Os resultados apresentados (Figura 6) mostram que a capacidade de formação da espuma de todas as amostras aumentou com a elevação da concentração de gelatina e proporcionalmente da capacidade emulsificante. Segundo Salem et al. (2020) e Boughriba et al. (2022), quanto maior a concentração de gelatina, maiores serão os valores de capacidade emulsificante e formação de espumas devido a presença de uma maior concentração de proteínas.

Em relação a formação de espuma, para uma concentração de 2%, Kouhdasht, Moosavi-Nasab, Aminlari (2018) encontraram resultados de 129,76% para uma amostra de gelatina

comercial, para a mesma concentração, no presente trabalho, foram encontrados resultados que variam de 107,92% (E) a 120,90% (C), sendo a amostra controle a que se aproxima mais do valor da gelatina comercial.

Figura 5. Comportamento da formação de espuma.



Amostras controle (C), com carvão ativado granulado (GAC), carvão ativado em pó (ACP), etanol 50% (E), e etanol com carvão ativado granulado (EGAC).

Tabela 4. Resultados de capacidade emulsificante, força em gel e ponto de fusão.

Amostras	C	GAC	ACP	E	EGAC
<b>Parâmetros</b>					
<b>Capacidade Emulsificante (%)</b>	50,64 ±1,10 <sup>a</sup>	49,17 ±0,71 <sup>a</sup>	49,19 ±1,94 <sup>a</sup>	43,52 ±1,38 <sup>b</sup>	47,72 ±2,07 <sup>a</sup>
<b>Força em Gel (g)</b>	290,33 ±1,53 <sup>a</sup>	38,33 ±0,58 <sup>d</sup>	31,00 ±1,00 <sup>e</sup>	60,5 ±2,18 <sup>c</sup>	110,33 ±2,52 <sup>b</sup>
<b>Ponto de Fusão (°C)</b>	23,50 ±0,50 <sup>a</sup>	21,5 ±0,50 <sup>b</sup>	21,33 ±1,15 <sup>b</sup>	21,93 ±0,51 <sup>ab</sup>	22,17 ±0,29 <sup>ab</sup>

\*Onde, amostras controle (C), com carvão ativado granulado (GAC), carvão ativado em pó (ACP), etanol 50% (E), e etanol com carvão ativado granulado (EGAC). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ); Valores médios percentuais  $\pm$  desvio padrão (DP) de triplicata.

Não houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre as amostras quando foi avaliado a capacidade emulsificante, com exceção da amostra tratada com Etanol (E) (Tabela 5). Os resíduos hidrofóbicos na solução de gelatina podem melhorar a capacidade emulsificante criando uma grande esfera hidrofóbica na superfície proteica (BALTI et al., 2011). Boughriba et al. (2022) afirma que a capacidade emulsificante de proteínas está associada ao seu transporte, reorganização e adsorção na interface ar-água.

A força em gel é uma das propriedades físicas mais importantes da gelatina. Os resultados para força *Bloom* foram bastante diversificados, variando de 31,00 g (ACP) a 290,33 g (C), essa variação depende de muitos fatores, como diferentes composições de aminoácidos, tamanho das cadeias proteicas, concentração e distribuição de peso molecular da gelatina obtida (SONGCHOTIKUNPAN, TATTIYAKUL, 2008). Os resultados das amostras sem tratamento (C) e das influenciadas com etanol 50% (E, e, EGAC) estão de acordo com o Gelatin Manufacturer's Institute of Americ, onde é definido que para a gelatina comestível a força do gel deve ser entre 50 a 300 g, faixa ideal para aplicação na indústria alimentícia e farmacêutica (GMIA, 2019).

A força do gel da gelatina de peixe é proporcional à soma das cadeias  $\alpha$ , seus dímeros (componentes  $\beta$ ) e peptídeos (MUYONGA, COLE, DUODU, 2004). A desodorização da pele pode promover a desestabilização da cadeia de  $\alpha$  da gelatina, auxiliando na formação de polímeros de massa molecular baixa, resultando em uma menor resistência de gel (SALEM et al., 2020).

Geralmente, as forças de gel das gelatinas de pele de peixe são inferiores às das gelatinas comercialmente disponíveis de fontes bovinas e suínas. Segundo Karim, Bhat (2009), espera-se que a gelatina oriunda de pescado possui menores valores de força em gel (0-200 g) do que as gelatinas de mamíferos; gelatinas com força em gel média de 260 g são as mais indicadas para a aplicação em alimentos, onde todas as amostras desodorizadas avaliadas no trabalho (Tabela 5) ficaram abaixo do esperado, enquanto a amostra controle se manteve mais próxima do valor.

Os resultados de força em gel e ponto de fusão se relacionam, onde, a gelatina de peixe que possui menor ponto de fusão possui a menor força em gel (LIU, LI, GU, 2008). Desta forma, as gelatinas produzidas que possuem propriedades reológicas mais baixas podem ser utilizadas em diversas aplicações que não exigem ponto de fusão e nem força em gel altos.

O ponto de fusão aumenta de acordo com a quantidade de compostos de alto peso molecular. Quanto maior for o ponto de fusão, melhores serão as propriedades físicas, indicando a possibilidade de obtenção de uma gelatina com propriedades mais semelhantes às obtidas de mamíferos (ALFARO et al., 2015). As temperaturas de fusão da gelatina de peixe são relativamente baixas quando comparadas às gelatinas bovinas e suínas (porque possuem menores quantidades de prolina e hidroxiprolina) (ALFARO et al., 2015). O ponto de fusão tem impacto sobre muitos fatores (KANWATE, KUDRE, 2017): concentração, tempo e temperatura de maturação de gel, condições de extração, distribuição do peso molecular médio e extração na molécula original de colágeno no material.

### 5.3 PROPRIEDADES COLORIMÉTRICAS

A Tabela 6 apresenta os resultados da análise de cor para os diferentes tratamentos desodorização. Atributos de cor são de primordial importância, pois influenciam diretamente a aceitabilidade do consumidor.

Tabela 5. Parâmetros colorimétricos das gelatinas controle e desodorizadas.

Parâmetros Amostras	L	a*	b*	h°	C*	ΔE*
C	51,96 ±0,02 <sup>b</sup>	0,26 ±0,01 <sup>c</sup>	10,77 ±0,74 <sup>a</sup>	88,89 ±0,40 <sup>ab</sup>	10,78 ±0,74 <sup>a</sup>	53,08 ±0,17
GAC	61,77 ± 0,48 <sup>a</sup>	0,65 ±0,09 <sup>ab</sup>	12,65 ± 1,23 <sup>a</sup>	86,98 ±0,43 <sup>cd</sup>	12,65 ±1,23 <sup>a</sup>	12,67 ±0,29 <sup>a</sup>
ACP	51,15 ±1,32 <sup>b</sup>	0,61 ±0,03 <sup>b</sup>	8,56 ±0,99 <sup>b</sup>	88,12 ±1,06 <sup>bc</sup>	7,99 ±1,19 <sup>b</sup>	5,35 ±1,39 <sup>b</sup>
E	50,16 ±1,31 <sup>b</sup>	0,76 ±0,05 <sup>a</sup>	11,66 ±0,89 <sup>a</sup>	85,92 ±0,89 <sup>d</sup>	11,28 ±0,06 <sup>a</sup>	5,22 ±1,45 <sup>c</sup>
EGAC	61,79 ±0,65 <sup>a</sup>	-0,04 ±0,03 <sup>d</sup>	10,78 ±0,49 <sup>a</sup>	90,18 ±0,17 <sup>a</sup>	10,66 ±0,29 <sup>a</sup>	3,46 ±1,71 <sup>c</sup>

\*Onde, amostras controle (C), com carvão ativado granulado (GAC), carvão ativado em pó (ACP), etanol 50% (E), e etanol com carvão ativado granulado (EGAC). Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ); Valores médios percentuais ± desvio padrão (DP) de triplicata.

Em relação ao parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ), os tratamentos GAC e EGAC, apresentaram as maiores médias, com valor igual a 61,8, diferindo dos demais tratamentos. Esses tratamentos apresentaram aparência mais clara que os demais, e a gelatina mais escura está associada em geral à presença de contaminantes inorgânicos, e de proteínas não removidas durante a extração. A cor da gelatina depende muito da espécie e da cor da pele do peixe, bem como das condições de extração e secagem (VAZ et al., 2020). No trabalho realizado por Sae-Leaw, Benjakul, O'Brien (2016) foram feitos tratamentos com etanol, para a deslipidificação da pele de peixe e produção de gelatina de cor mais clara. O desengorduramento também resulta no clareamento e maiores valores para variável  $L^*$  para em gelatinas de origem animal (FAWALE et al., 2022).

Para o parâmetro ( $a^*$ ) relacionado com a cor vermelha houve diferença significativa entre as amostras, sendo o maior valor para o tratamento E (0,8) e o menor EGAC (-0,03). Dentre os tratamentos avaliados, o EGAC teve maior tendência para tons vermelhos, por apresentar valor negativo, enquanto os demais tratamentos apresentaram maior tendência a cor verde, por apresentarem valores positivos.

Em relação a intensidade de cor amarela ( $b^*$ ), o tratamento com ACP apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos, sendo a menor média (Tabela 6). Em relação a esta variável, todos os tratamentos apresentaram coloração mais próximas do amarelo, pois apresentaram médias de valor positivo. Durante a extração da gelatina em alta temperatura (55 °C), produtos de oxidação lipídica, especialmente compostos aldeídos, podem ser formados (Frankel 2005). Esses produtos da oxidação lipídica podem ter contribuído para a formação de pigmentos amarelos através da reação de Maillard (Khantaphant et al. 2011).

Em relação a cromaticidade do ( $C^*$ ), o tratamento de ACP apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos, com menor média igual (8,0). Quanto ao croma, valores de saturação de cor próximos a zero indicam cores neutras (cinza), enquanto próximos de 60 implicam cores intensas e vívidas (Jacomino, Mendonça e Kluge, 2003). O índice de saturação (croma) expressa a intensidade da cor, ou seja, a cor em termos de saturação de pigmentos, sendo “0 - cor impura” e “60 - cor pura” (Rinaldi et al., 2017).

Para o parâmetro ângulo Hue ( $h^\circ$ ) houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o tratamento EGAC apresentou maior média, com valor igual a 90,2. O ângulo de cor  $h^\circ$  pode variar de 0° a 360°, sendo que de 0° corresponde a cor vermelha, 90° corresponde ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul (SANTOS et al., 2012). Evidenciando, desta forma, a tonalidade mais amarelada para as amostras analisadas.

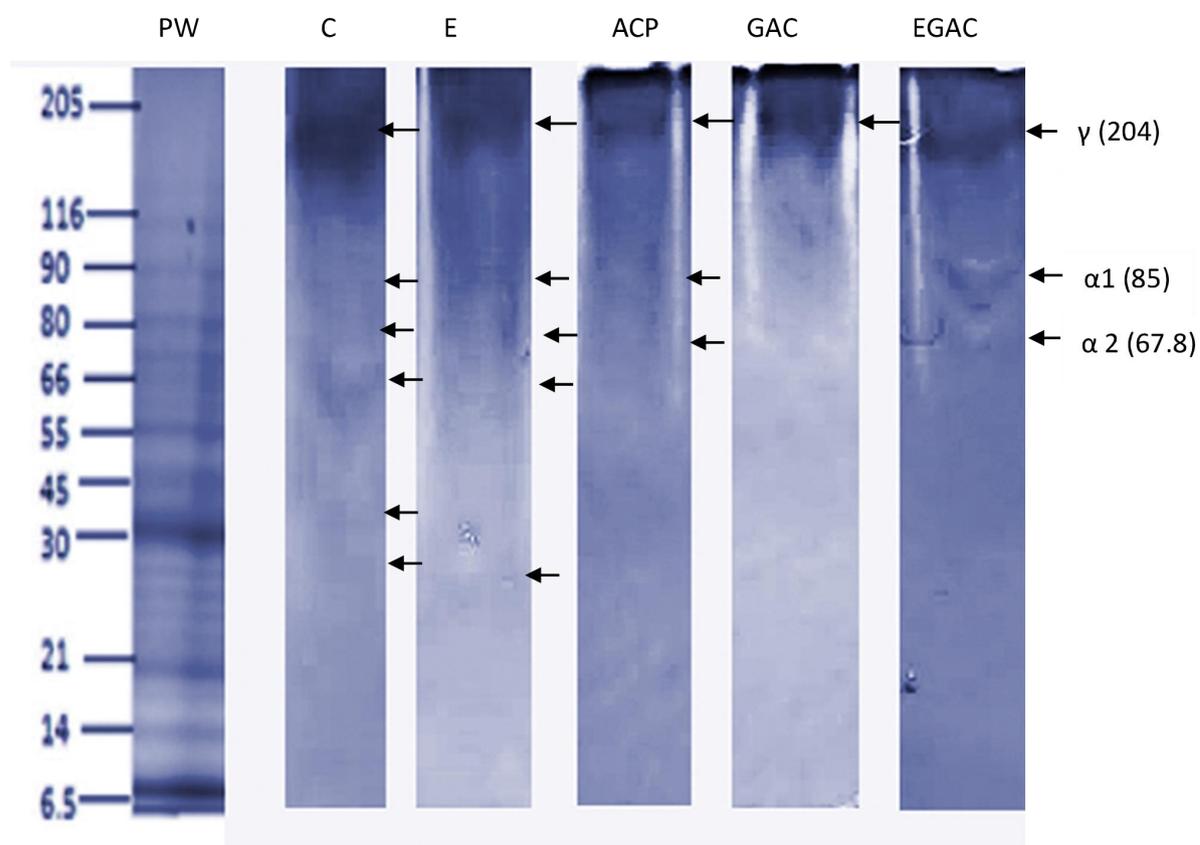
Os valores médios para variação total de cor ( $\Delta E^*$ ) variaram significativamente, sendo o tratamento de GAC o maior valor encontrado, onde todos esses valores foram considerados abaixo do determinado por Araújo et al. (2022) de 29,52 para gelatina da pele de pescada amarela seca por convecção de ar por 12,35 h a 59,14 °C.

#### 5.4 DETERMINAÇÃO DO PESO MOLECULAR DA GELATINA POR SDS-PAGE

Para verificar o perfil eletroforético da gelatina, 10 µg de amostra de gelatina obtida de cada tipo de extração (tipos de extração) foi submetida à SDS-PAGE (Figura 6). De acordo com Laboratórios Advances Biomatrix (2018) o colágeno pode apresentar regiões  $\gamma$ ,  $\alpha 1$  e  $\alpha 2$ .  $\alpha 1$  possui duas cadeias que são sobrepostas, apresentando-se no gel de poliacrilamida com intensidade maior que a  $\alpha 2$ . Já a região  $\gamma$  possui alto peso molecular. A presença destas

regiões determina o colágeno tipo I (ARUMUGAM ET AL., 2018; BHUIMBAR, BHAGWAT, DANDGE, 2019).

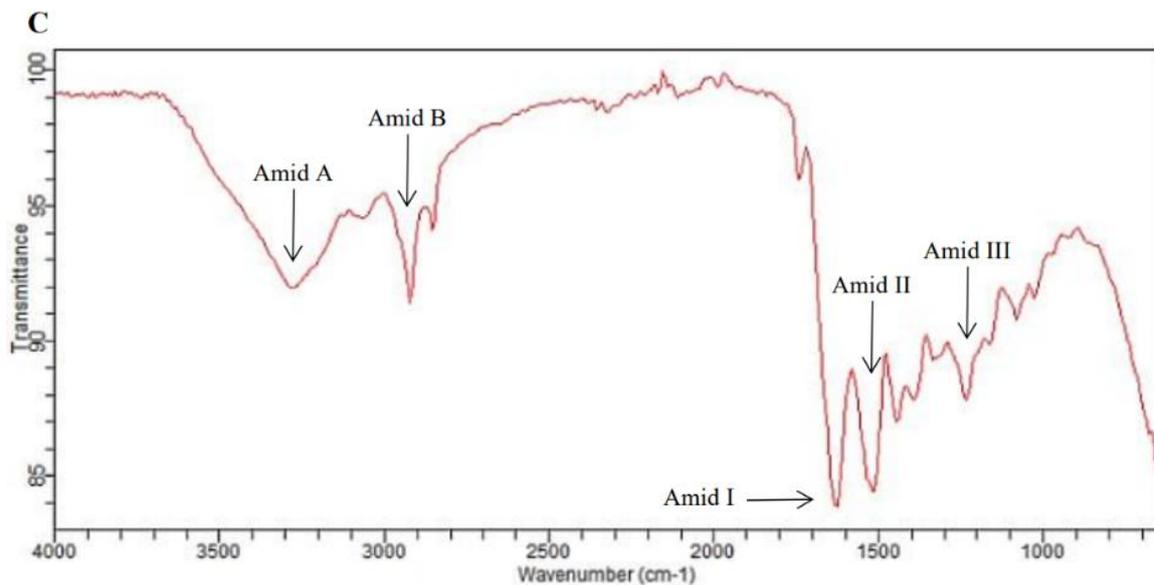
Figura 6. Perfil eletroforético das gelatinas controle (C), com carvão ativado granulado (GAC), carvão ativado em pó (ACP), etanol 50% (E), e etanol com carvão ativado granulado (EGAC).



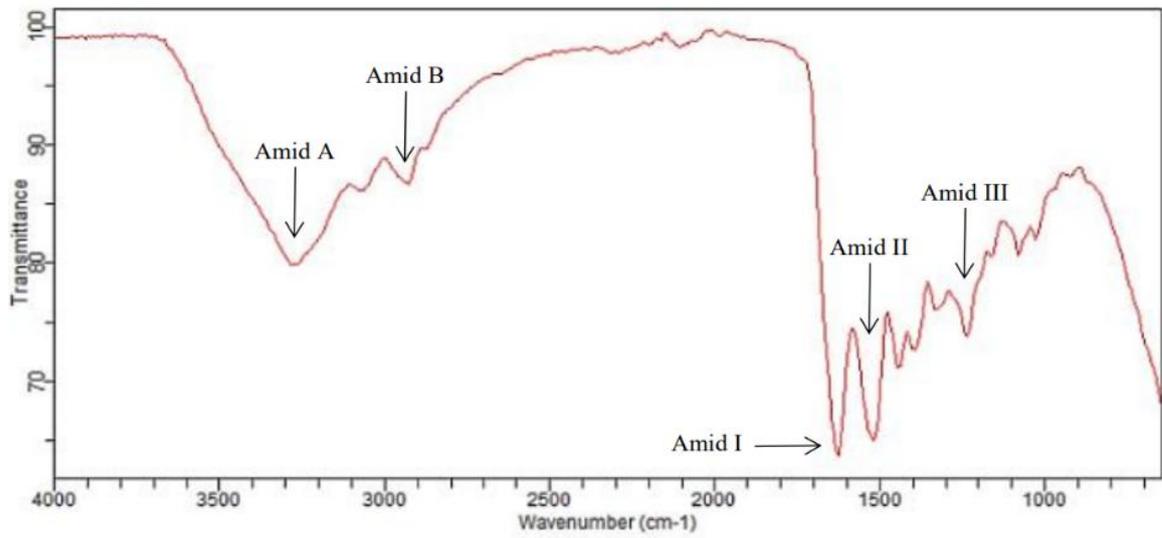
A partir da eletroforese da gelatina pode-se observar que: a extração da gelatina E, ACP e EGAC conservaram as bandas de colágeno  $\alpha$  e  $\gamma$  enquanto a extração G não permitiu a verificação de todas as regiões, quando comparado com a extração C; a gelatina extraída é do tipo 1.

## 5.5 ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO COM TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)

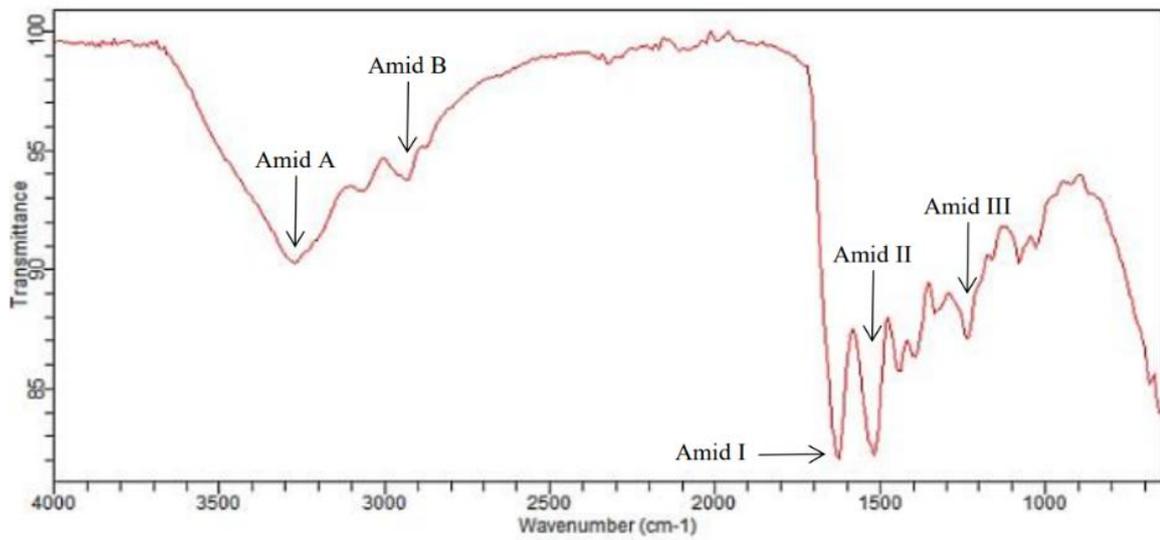
Figura 7. Espectros de FTIR para as gelatinas controle (C), com carvão ativado granulado (GAC), carvão ativado em pó (ACP), etanol 50% (E), e etanol com carvão ativado granulado (EGAC).



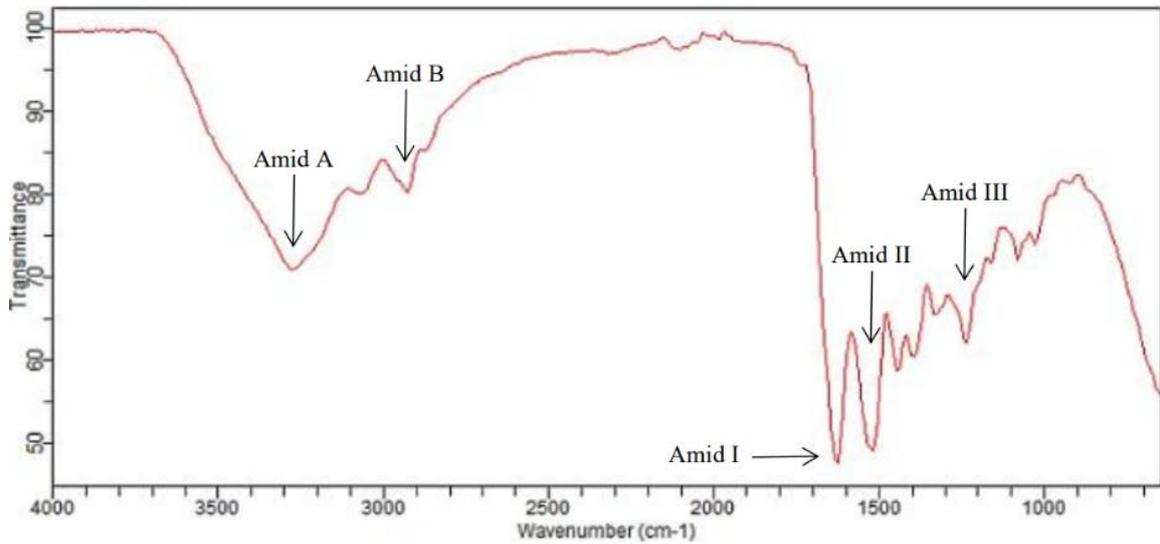
### GAC

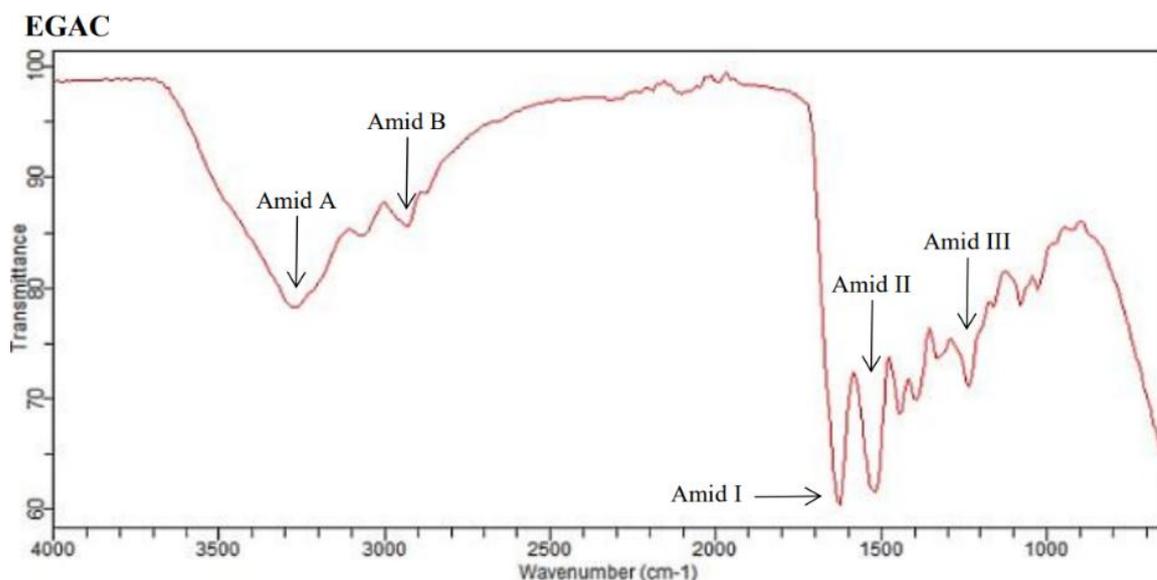


### ACP



### E





Para descrever os vários grupos funcionais e suas ligações químicas, as gelatinas controle e desodorizadas foram analisadas através da espectroscopia FTIR. Os espectros da gelatina de pescada amarela é semelhante ao da dourada (*Sparus aurata*) (KAYNARCA et al., 2022), da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (CHEN et al., 2022), piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) (OLIVEIRA et al., 2019) e da gelatina comercial (SINTHUSAMRAN et al., 2017). A presença de picos de amidas A, B, I, II e III em gelatinas estão diretamente relacionados com a composição de aminoácidos, principalmente prolina e hidroxiprolina (SUN et al., 2017).

O espectro infravermelho da gelatina tem cinco regiões principais presentes na tabela abaixo (ALI, KISHIMURA, BENJAKUL, 2018; QIU et al., 2019):

Tabela 6. Parâmetros para absorção no infravermelho.

<b>AMIDA A</b>	3600 – 2300 cm <sup>-1</sup>
<b>AMIDA B</b>	3100 – 2850 cm <sup>-1</sup>
<b>AMIDA I</b>	1656 – 1644 cm <sup>-1</sup>
<b>AMIDA II</b>	1560 – 1335 cm <sup>-1</sup>
<b>AMIDA III</b>	1240 – 670 cm <sup>-1</sup>

Conforme representado na Figura 6, as gelatinas possuem comportamentos semelhantes. O modo de vibração e a posição do número de onda dos picos são ligeiramente diferentes, demonstrando as modificações em suas estruturas secundárias.

A amida A é representada por uma banda larga de absorção que resulta na vibração de estiramento NH e OH. Quando a amida A participa da formação de pontes de hidrogênio,

menor será o comprimento de onda (em torno de  $3300\text{ cm}^{-1}$ ) (CHEN et al., 2022; ZHANG et al., 2022). Dessa forma, podemos afirmar que, aqueles que possuem menor pico, irão formar mais grupos NH, devido à quebra das pontes de hidrogênio que ocorrem nessa reação (CHEN et al., 2022). As amostras GAC, E e EGAC foram as que apresentaram maior modificação em seu pico quando comparado com a amostra controle de gelatina, onde podemos concluir que as desodorizações realizadas com etanol e carvão granulado modificaram essa composição, possuindo menor presença de NH disponível, com destaque para a amostra de E.

A posição da banda amida B é em torno de  $2930\text{ cm}^{-1}$ , representando a vibração de alongamento assimétrica de CH de  $\text{CH}_2$  (CHEN et al., 2022). Também, quanto menor o pico, maior a interação dos grupos  $\text{NH}_3$  entre as moléculas de gelatina, estando associados a um aumento da interação  $\text{NH-NH}_3^+$  livres e resíduos N-terminais (QIU et al., 2019). O menor pico foi o da amostra controle, enquanto o maior foi da desodorizada com carvão em pó (ACP), onde essa desodorização foi mais efetiva para diminuir os compostos amoníacos na região da amida B. A amida B nas amostras de gelatina mostraram redução drástica quando comparada com a amostra controle.

Segundo Fawale et al. (2022), quando ocorre uma ação de desengorduramento da gelatina ocorre uma alteração na sua estrutura secundária e no grupo funcional associado às interações intermoleculares e esse comportamento pode ser encontrado nas gelatinas que foram desodorizadas nessa pesquisa, visto que o etanol age como um desengordurante e o carvão ativado pode ser capaz de sequestrar moléculas de gordura ou compostos que fazem parte da sua estrutura.

A banda amida I está relacionada principalmente à vibração de alongamento do grupo carbonila  $\text{C=O}$ , refletindo a ligação de hidrogênio e na estrutura secundária de peptídeos e proteínas (STANI, et al., 2020; CHEN et al. 2022). As amostras que possuem etanol na sua composição (E e EGAC) foram as que mais apresentaram modificações na região da amida I, demonstrando que a solução etanólica promove modificações na estrutura secundária das proteínas presentes nas amostras, induzindo alterações na molécula de gelatina (SAE-LEAW et al., 2016).

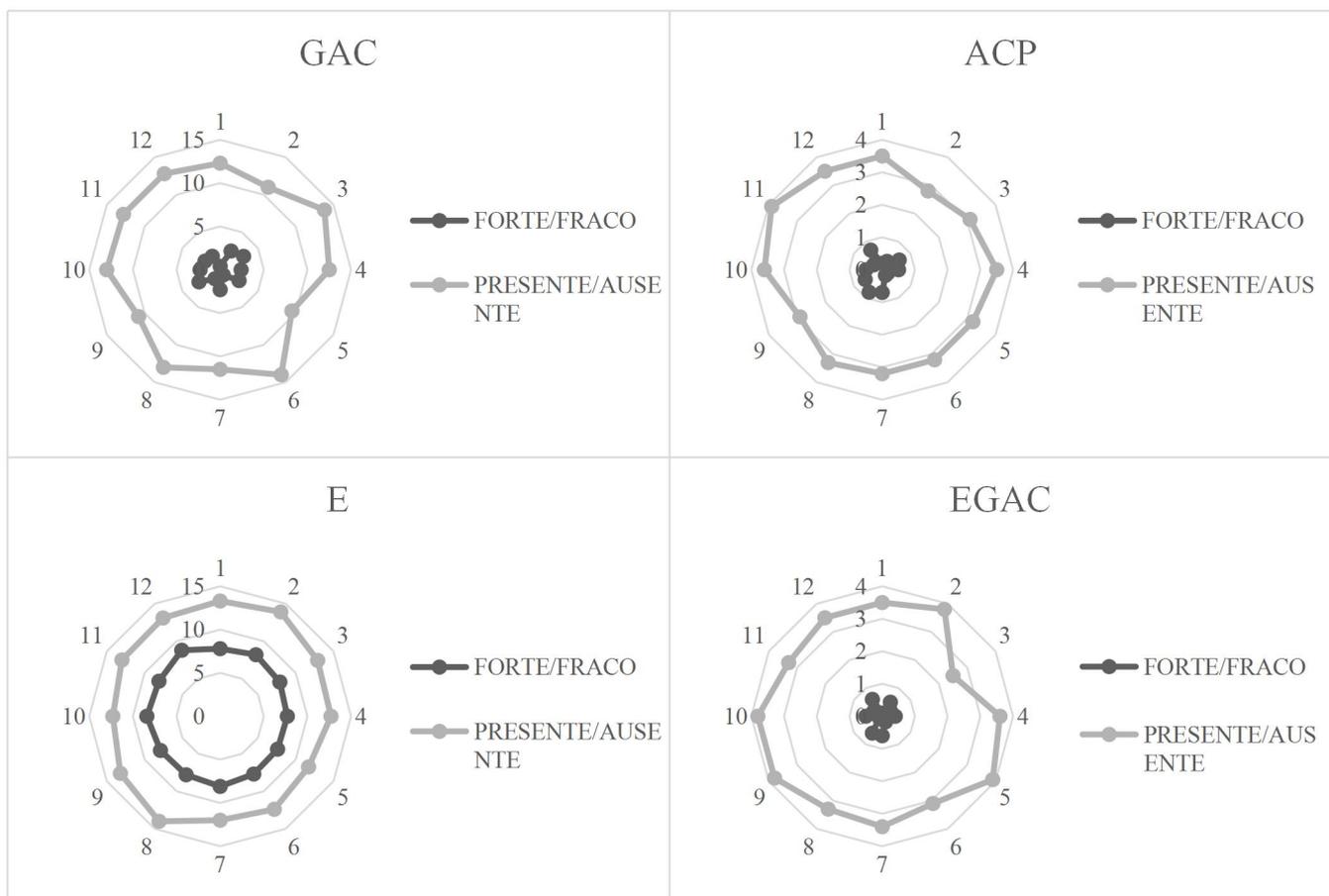
A amida II está conectada com as vibrações de flexão NH e estiramento CN (ZHANG et al. 2022) e obteve um comportamento proporcional ao da amida I, onde as amostras com etanol na sua composição foram as que apresentaram maiores alterações devido a presença de um pico maior em relação às demais.

As bandas de amida III na proteína de gelatina refletem a deformação de NH causada pelas ligações de amida combinadas com a vibração de alongamento do CN, bem como a

integração da cadeia lateral da prolina e as vibrações do grupo CH<sub>2</sub> da estrutura principal da glicina e nas cadeias laterais de prolina (CASANOVA et al., 2020). Quanto mais baixos os valores de amida III, indica que a estrutura da tripla hélice é parcialmente destruída durante preparação de gelatinas (ZHANG et al. 2022). Assim, a amostra ACP foi a que menos teve alteração em suas hélices triplas quando comparado com amostra C. A perda da hélice tripla em gelatinas ocorre devido à ocorrência de estrutura desordenada no colágeno nativo, podemos observar esse acontecimento, principalmente, na amostra E que apresentou menor pico (MUYONGA, COLE, DUODU, 2004).

## 5.6 AVALIAÇÃO SENSORIAL

Figura 8. Avaliação sensorial das amostras desodorizadas.



Para análise sensorial foram utilizadas quatro amostras GAC, ACP, E e EGAC e a amostra controle (C). Em todas as amostras utilizadas foram avaliadas a heterogeneidade na análise de cada ponto estudado, tanto para as variáveis de presença e ausência, quanto para

variáveis de força e fraqueza. Os parâmetros Forte/Fraco buscaram avaliar a intensidade do odor e Presente/Ausente atuou como parâmetros da velocidade de percepção.

Em relação a Forte/Fraco, ocorreram variações entre as amostras. As amostras com carvão ativado em sua desodorização se comportaram de forma semelhante, onde as variações foram de: GAC, 0,4–2,8; ACP, 0,2–0,8; EGAC, 0,1–0,6. Dessa forma, pode-se observar que a amostra que combinou a técnica de desodorização com etanol 50% e carvão ativado foi mais efetiva para retirar o odor característico das amostras.

A Presença/Ausência da amostra que passou pelo processo de desodorização apenas com Etanol 50%, onde a percepção do odor da amostra E (11,7–13,9) se mostrou mais acentuado. Também, o odor dessa amostra foi o considerado o mais forte quando comparado com a amostra controle (C), onde sua máxima foi de 8,8.

Pan et al. (2018) realizou a desodorização da gelatina da pele de *Takifugu rubripes* usando carvão ativado em pó e, ao realizar a análise sensorial através de um equipamento de nariz eletrônico, ele observou um compartimento semelhante ao identificado nessa pesquisa.

## 6 CONCLUSÕES

Todos os parâmetros físico-químicos analisados no presente estudo apresentaram diferença significativa, exceto para proteínas, lipídios e umidade. O teor de cinzas apresentou maior média para os tratamentos P, E e EGAC, diferenciando do tratamento controle.

A capacidade emulsificante, força gel, ponto de fusão apresentaram diferença significativa, entre as metodologias de desodorização em relação ao tratamento controle, sendo este apresentando os maiores valores. A presença de etanol influenciou nos menores valores de capacidade emulsificante.

Em relação aos parâmetros de cor, todas as variáveis analisadas apresentaram diferença significativa, o tratamento EGAC influenciou na maior luminosidade das amostras, apresentando valores negativos no parâmetro  $a^*$ , e maior tendência a cores vermelhas. O tratamento com carvão ativado em pó influenciou na menor cromaticidade e menor tom amarelado.

A eletroforese, indicou que a amostra E não variou em relação a C. As amostras ACP e EGAC tiveram o mesmo comportamento e a GAC foi a que mais alterou sua estrutura proteica. As amostras E, ACP e EGAC apresentaram bandas  $\alpha$  e  $\gamma$  de colágeno.

De acordo com os resultados de FTIR, a presença de carvão ativado nas desodorizações (ACP, GAC e EGAC) apresentaram diferenças nos picos de amida A, B, I e III, onde esse comportamento demonstra menores interações com a amônia, substância diretamente relacionada ao odor característico de pescado na gelatina.

As amostras desodorizadas com carvão ativado se comportaram de forma similar na avaliação sensorial, destacando a efetividade desse composto para capturar agentes que causam o odor característico de peixe, onde destaca-se a amostra EGAC.

## REFERÊNCIAS

ABDELHEDI, O.; NASRI, R.; MORA, L.; TOLDRÁ, F.; NASRI, M.; JRIDI, M. Collagenous proteins from black-barred halfbeak skin as a source of gelatin and bioactive peptides. **Foods Hydrocolloids**, v. 70, p. 123-133, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.03.030>

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISSO 13299**: Análise sensorial — Metodologia — Orientação geral para o estabelecimento de um perfil sensorial. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: < <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/11994/abnt-nbriso13299-analise-sensorial-metodologia-orientacao-geral-para-o-estabelecimento-de-um-perfil-sensorial>>

AHMEDNA, M.; MARSHALL, W.E.; RAO, R.M. Surface properties of granular activated carbons from agricultural by-products and their effects on raw sugar decolorization. **Bioresource Technology**, v.71, p. 103-112, 2000. DOI: 10.1016/S0960-8524(99)90069-X

ALFARO, A.T.; BALBINOT, E.; WEBER, C.I.; TONIAL, I.B.; MACHADO-LUNKES, A. fish gelatin: Characteristics, functional properties, applications and future potentials. **Food Engineering Reviews**, v. 7, ed. 1, p. 33-44, 2015. DOI 10.1007/s12393-014-9096-5

ALI, A.M.M.; KISHIMURA, H.; BENJAKUL, S. Physicochemical and molecular properties of gelatin from skin of golden carp (*Probarbus Jullieni*) as influenced by acid pretreatment and prior-ultrasonication. **Food Hydrocolloids**, v. 82, p. 164-172. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.052>

ALIPAL, J.; PU'AD, N.A.S.M.; CHUAN, L.T.; NAYAN, N.H.M. A review of gelatin: Properties, sources, process, applications, and commercialisation. **Materials Today: Proceedings**, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.922>

ALMEIDA, Z.S.; SANTOS, N.B.; LEÃO, H.L.; CARVALHO-NETA, R.N.F.; ANDRADE, T.S.O.M. Biologia reprodutiva da pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) capturada na baía de São Marcos, Maranhão, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 46-54. 2016. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n1p46-54>

ALVES, A.L.; MARQUES, A.L.P.; MARTINS, E.; SILVA, T.H.; REIS, R.L. Cosmetic potential of marine fish skin collagen. **Cosmetics**, v. 4, ed. 39, 2017. <http://dx.doi.org/10.3390/cosmetics4040039>

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**: ed. 16. Washington, v. 2, 850 p., 1997.

APHA, American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Committee on Microbiological for Foods. ed. 4 Washington: **American Public Health Association**, 676 p., 2001. Disponível em: <<http://ajph.aphapublications.org/doi/book/10.2105/MBEF.0222>>. Acesso em: 28 de agosto de 2021.

ARAÚJO, C.S.; PINO-HERNÁNDEZ, E.; BATISTA, J.T.S.; JOELE, M.R.S.P.; REGO, J.A.R.; LOURENÇO, L.F.H. Optimization of fish gelatin drying processes and characterization of its properties. **Scientific Reports**, v. 11, 20655, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99085-3>

ARAÚJO, Í.B.S.; LIMA, D.A.; PEREIRA, S.F.; PASETO, R.P.; MADRUGA, M.S. Effect of storage time on the quality of chicken sausages produced with fat replacement by collagen gel extracted from chicken feet. **Poultry Science**, v. 100, ed. 2, p. 1262-1272, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.10.029>

ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. Imprensa Universitária da UFV; 1995

ARUMUGAM, G.K.S.; SHARMA, D.; BALAKRISHNAN, R.M.; ETTIYAPPAN, J.B.P. Extraction, optimization and characterization of collagen from sole fish skin. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 9, p. 19-26. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2018.04.003>

ASPEVIK, T.; TOTLAND, C.; LEA, P.; OTERHALS, A. Sensory and surface-active properties of protein hydrolysates based on Atlantic salmon (*Salmo salar*) by-products. **Process Biochemistry**, v. 51, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2016.04.015>

ASTM, American Society for Testing and Materials. Standard practice for establishing conditions for laboratory evaluation of foods and beverages – **ASTM E 480**. Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1984.

BAILEY, A.; PAUL, R. Collagen: is not so simple protein. **Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists**, v. 83, ed. 3, p. 104-10, 1998. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9833.1998.tb00124.x>

BAIN & COMPANY. Potencial de diversificação da indústria química brasileira: relatório 4 – Aditivos alimentícios. **BNDS**, ed. 1, p. 47, 2014. <http://www.quimicosabc.org.br/system/uploads/materiais/211/arquivo/apresentacao-bndes-sindicato-quimicos-abc.pdf>

BALIÑO-ZUAZO, L.; BARRANCO, A. A novel liquid chromatography-mass spectrometric method for the simultaneous determination of trimethylamine, dimethylamine and methylamine in fishery products. **Food Chemistry**, v. 196, p. 1207-1214, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.086>

BALTI, R.; JRIDI, M.; SILA, N.; SOUISSI, N.; NEDJAR-ARROUME, N.; GUILLOCHON, D.; NASRI, M. Extraction and functional properties of gelatin from the skin of cuttlefish (*Sepia officinalis*) using smooth hound crude acid protease-aided process. **Food Hydrocolloids**, v. 25, ed. 5, p. 943-950, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.09.005>

BARBOSA, A.J.; SAMPAIO, I.; SILVA, E.M.; ALCÂNTRA, J.V.L.; SANTOS, S. Molecular authentication by DNA barcoding and multiplex PCR assay reveals mislabeling and commercial fraud of the Acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*), an economically important sciaenid marketed in Brazil. **Food Control**, v. 117. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107351>

BENJAKUL, S.; KITTIPHATTANABAWON, P.; REGENSTEIN, J.M.; FISH GELATIN B.K.; SIMPSON, G.; PALIYATH, L.M.L.; NOLLET, S.; BENJAKUL, F. TOLDRÁ (Eds.), **Food Biochemistry and Food Processing**, John Wiley & Sons, Inc., Iowa, p.388-405, 2012.

BERDEAUX, O., VÉRONIQUE, F., LAMBELET, P., DIONISI, F., JEAN, L.S. & FRÉDÉRIC, D. Isolation and structural analysis of the cyclic fatty acid monomers formed from eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids during fish oil deodorization. **Journal of Chromatography A**, v. 1138, p. 216-224, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.10.061>

BHAGWAT, P.K.; DANDGE, P.B. Collagen and collagenolytic proteases: A review. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 15, p. 43-55, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2018.05.005>

BHUIMBAR, M.; BHAGWAT, P.; DANDGE, P. Extraction and characterization of acid soluble collagen from fish waste: Development of collagen-chitosan blend as food packaging film. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 7. 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2019.102983>

BINSI, P.K.; SHAMASUNDAR, B.A.; DILEEP, A.O.; BADI, F.; HOWELL, N.K. Rheological and functional properties of gelatin from the skin of bigeye snapper (*Priacanthus hamrur*) fish: Influence of gelatin on the gel-forming ability of fish mince. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 1, p. 132-145, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.12.004>

BOU-GHARIOS, G.; ABRAHAM, D.; CROMBRUGGHE, B. Type I collagen structure, synthesis, and regulation. **Principles of Bone Biology**, Academic Press, ed. 4, Chapter 13, p. 295-337, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814841-9.00013-0>

BOUGHRIBA, S.; NASRI, R.; LI, S.; NASRI, M.; SOUISSI, N. Effect of pretreatment-assisted extraction on the physicochemical and structural properties of *Rhinobatos cemiculus* skin gelatin. **Polymer Bulletin**, 2022. <https://doi.org/10.1007/s00289-021-04038-5>

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. **Instrução normativa nº60, de 23 de dezembro de 2019**. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>>. Acesso em: 28 de agosto de 2021.

BREIL, C.; VIAN, M.A.; ZEMB, T.; KUNZ, W.; CHEMAT, F. “Bligh and Dyer” and folch methods for solid–liquid–liquid extraction of lipids from microorganisms. Comprehension of

solvation mechanisms and towards substitution with alternative solvents. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 18, ed. 4, p. 708. <https://doi.org/10.3390/ijms18040708>

BUENO, C.M.; ALVIM, I.D.; KOBERSTEIN, T.C.R.D.; PORTELLA, M.C.; GROSSO, C. Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 1, p. 65-73, 2011. <http://dx.doi.org/10.4260/BJFT2011140100009>

CAI, L.; FENG, J.; REGENSTEIN, J.; LV, Y.; LI, J. Confectionery gels: Effects of low calorie sweeteners on the rheological properties and microstructure of fish gelatin. **Food Hydrocolloids**, v. 67, p. 157-165, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.12.031>

CALVO-FLORES, F.G.; MONTEAGUDO-ARREBOLA, M.J.; DOBADO, J.A.; ISAC-GARCÍA, J. Green and Bio-Based Solvents. **Topics in Current Chemistry**, v. 376, p. 376-418, 2018. <https://doi.org/10.1007/s41061-018-0191-6>

CAO, W.; SHI, L.; HAO, G.; CHEN, J.; WENG, W. Effect of molecular weight on the emulsion properties of microfluidized gelatin hydrolysates. **Food Hydrocolloids**, v. 111, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106267>

CASANOVA, F.; MOHAMMADIFAR, M.A.; JAHROMI, M.; PETERSEN, H.O.; SLOTH, J.J.; EYBYE, K.L.; KOBELGAARD, S.; JAKOBSEN, G.; JESSEN, F. Physico-chemical, structural and techno-functional properties of gelatin from saithe (*Pollachius virens*) skin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 156, p. 918-927, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.04.047>

CASANOVA, F.; MOHAMMADIFAR, M.A.; JAROMI, M.; PETERSEN, H.O.; SLOTH, J.J.; EYBYE, K.L.; JAKOBSEN, G.; JESSEN, F. Physico-chemical, structural and techno-functional properties of gelatin from saithe (*Pollachius virens*) skin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 156, p. 918-927, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.04.047>

CASCANT, M.M.; BREIL, C.; GARRIGUES, S.; GUARDIA, M.; FABIANO-TIHER, A.S.; CHEMAT, F. A green analytical chemistry approach for lipid extraction: Computation methods in the selection of green solvents as alternative to hexane. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 409, ed. 14, p. 3527–3539. <https://doi.org/10.1007/s00216-017-0323-9>

CCI, Cameron Carbon Incorporated. Activated carbon: Manufacture, structure and properties. **Activated Carbon and Related Technology**, USA, 2006.

CERVIGÓN, F. **Los peces marinhos de Venezuela**. (eds.) v. 2, ed. 2. Venezuela: Editora ExLibris, p. 497, 1993.

CERVIGÓN, F.; CIPRIANI, R.; FISCHER, W.; GARIBALDI, L.; HENDRICKX, M.; LEMUS, A.J.; MÁRQUEZ, R.; POUTIERS, J.M.; ROBAINA, G.; RODRÍGUEZ, B. FAO species identification sheets for fishery purposes: Field guide to the commercial marine and brackish-water resources of the northern coast of South America. **FAO**, p. 513, 1993.

CHEN, J.; LI, L.; YI, R.; XU, N.; GAO, R.; HONG, B. Extraction and characterization of acid-soluble collagen from scales and skin of tilapia (*Oreochromis niloticus*). **LWT – Food Science and Technology**, v. 66, p. 453–459. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.070>

CHEN, T.; SONG, Z.; LIU, H.; ZHOU, C.; HONG, P.; DENG, C. Physicochemical properties of gelatin produced from Nile tilapia skin using chemical and fermentation pretreatments. **Food Bioscience**, v. 47. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101650>

CHOI, S.S.; REGENSTEIN, J.M. Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 194-199, 2000. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb15978.x>

COUTINHO, A.R.; BARBIERI, F.C.; PAVANI, P.A. **Preparação de carvões ativados a partir de fibras de celulose**. 2º Encontro Brasileiro Sobre Adsorção, Florianópolis, SC, p.139-144, 2000.

COUTO, D.; MELO, T.; CONDE, T.A.; MOREIRA, A.S.P.; FERREIRA, P.; COSTA, M.; SILVA, J.; DOMINGUES, R.; DOMINGUES, P. Food grade extraction of *Chlorella vulgaris* polar lipids: A comparative lipidomic study. **Food Chemistry**, v. 375, ed. 1, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131685>

CRIDDLE, D.N. Keeping mitochondria happy – benefits of a pore choice in acute pancreatitis. **The Journal of Physiology**, v. 597, ed. 24, p. 5741–5742, 2019. <https://doi.org/10.1113%2FJP279116>

DALY, A.; MARTIN, C.; SHERRIFF, J.; MORI, T.A.; PEREIRA, G.; LUCAS, R.M.; PONSONBY, A.L.; TAYLOR, B.; MEI, I.V.D.; BLACK, L.J.; GROUP, A.I. Omega-3 Index, fish consumption, use of fish oil supplements and first clinical diagnosis of central nervous system demyelination. **Multiple Sclerosis and Related Disorders**, v. 55, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2021.103210>

DESILVA, F. **Activated carbon filtration**. Water quality products magazine, 2000.

ESPOSITO, G.; SCIUTO, S.; ACUTIS, P.L. Quantification of TMA in fishery products by direct sample analysis with high resolution mass spectrometry. **Food Control**, v. 94, p. 162-166, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.07.010>

ETXABIDE, A.; URANGA, J.; GUERRERO, P.; LA CABA, K. Development of active gelatin films by means of valorisation of food processing waste: a review. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p. 192-198. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.08.021>

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fishery and Aquaculture Statistics**, Rome, 2022.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of fisheries and aquaculture in the world**. 2018.

FAWALE, S. O.; RAMACHANDRAN, T.; FATHALLA, H.; MAQSOOD, S. Effect of bleaching and defatting treatment of camel skin on the color, structural and interfacial properties of extracted gelatin. **Food Structure**, v. 33. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2022.100275>

FAWALE, S.O.; RAMACHANDRAN, T.; FATHALLA, H.; MAQSOOD, S. Effect of bleaching and defatting treatment of camel skin on the color, structural and interfacial properties of extracted gelatin. **Food Structure**, v. 33, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2022.100275>

FERRARO, V.; ANTON, M.; SANTÉ-LHOUELLIER, V. The “sisters”  $\alpha$ -helices of collagen, elastin and keratin recovered from animal by-products: functionality, bioactivity and trends of application. **Trends in Food Science and Technology**, v. 51, p. 65-75, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.006>

FERREIRA, G.V.; BARLETTA, M.; LIMA, A.R.; DANTAS, D.V.; JUSTINO, A.K.; COSTA, M.F. Plastic debris contamination in the life cycle of Acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) in a tropical estuary. **ICES Journal of Marine Science**, v. 73, ed. 10, p. 2695–2707. 2016 <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw108>

FIGUEIREDO, A.R.P.; COSTA, E.; SILVA, J.; DOMINGUES, M.R.; DOMINGUES, P. The effects of different extraction methods of lipids from *Nannochloropsis oceanica* on the contents of omega-3 fatty acids. **Algal Research**, v. 41, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2019.101556>

FIRDAUSIAH, S.; MADYA, N.; SENIWATI; RAPAK, M.T. Chemical properties of fish gelatin from skin bone of yellowfin tuna (*Thunnus Albacares*). **Indonesia Chimica Acta**, v. 14, ed. 2., 2021. <https://dx.doi.org/10.20956/ica.v14i3.18397>

FISH BASE. ***Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801) – Acoupa weakfish**. Disponível em: <https://www.fishbase.se/summary/1169>. Acesso em: 08 de set. 2021.

FRANKEL, E.N. **Hydroperoxide decomposition**. In Lipid Oxidation (E.N. Frankel, ed.), p. 67–98, Woodhead Publishing Limited, Cambridge. 2005.

FU, X.J.; XU, S.Y.; WANG, Z. Kinetics of lipid oxidation and off-odor formation in silver carp mince: The effect of lipoxygenase and hemoglobina. **Food Research International**, v. 42, ed. 1, p. 85-90, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.09.004>

GARCIA, S.S.A. **Desenvolvimento do método do índice de qualidade do peixe voador (*Hirundichthys affinis*, GÜNTHER, 1866) inteiro armazenado em gelo**. 114f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

GASPAR-PINTILIESCU, A.; STANCIUC, A.M.; CRACIUNESCU, O. Natural composite dressings based on collagen, gelatin and plant bioactive compounds for wound healing: a review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 138, p. 854-865, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.07.155>

GELSE, K.; PÖSCHL, E.; AIGNER, T. Collagens: Structure, function, and biosynthesis. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 55, ed. 12, p. 1531-1546, 2003. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2003.08.002>

GHETA, M.; KALLINGAL, N.; SHA, M.S.; SADASIVUNI, K.K.; SAWALI, M.; ALSAEDI, F.; MORSY, H.; IBRAHIM, M.; AHMED, A.E.; ABUZNAD, R.; ALRUWAILI, A. Versatile inexpensive paper-based chemosensor to detects trimethylamine: A proof of concept. **Sensors and Actuators A: Physical**, v. 338, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2022.113437>

GMIA - Gelatin Manufacturers Institute of America. **Gelatin Handbook**. Gelatin Manufacturers Institute of America: New York, US, 2019.

GODWIN, P.M.; PAN, Y.; XIAO, H.; AFZAL, M.T. Progress in preparation and application of modified biochar for improving heavy metal ion removal from wastewater. **Journal of Bioresources and Bioproducts**, v. 4, ed. 1, p. 31-42, 2019. <https://doi.org/10.21967/jbb.v4i1.180>

GÓMEZ-GUILLÉN, M.C.; GIMÉNEZ, B.; LÓPEZ-CABALLERO, M.E.; MONTERO, M.P. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 25; ed. 8, p. 1813-1827, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>

GRAND VIEW RESEARCH. Collagen market size, share and trends analysis report by source, by product (gelatin, hydrolyzed, native, synthetic), by application (food and beverages, healthcare, cosmetics), by region, and segment forecasts, 2021-2028. **Grand View Research**, United States: [s.n.], 2020. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/collagen-market>>. Acesso em: 15 de setembro de 2021.

HAN, S.B.; WON, B.; YANG, S.; KIM, D. Asterias pectinifera derived collagen peptide-encapsulating elastic nanoliposomes for the cosmetic application. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 98, p. 289-297, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2021.03.039>

HARYATI, D.; NADHIFA, L.; HUMAIRAH; ABDULLAH, N. Extraction and characterization of gelatin from rabbitfish skin (*Siganus canaliculatus*) with enzymatic method using bromelin enzyme. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 355, 2019. doi:10.1088/1755-1315/355/1/012095

HONG, H.; FAN, H.; CHALAMAIAH, M.; WU, J. Preparation of low-molecular-weight, collagen hydrolysates (peptides): Current progress, challenges, and future perspectives. **Food Chemistry**, v. 301, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125222>

HOSSEINI, S.F.; REZAEI, M.; ZANDI, M.; FARAHMANDGHAHI, F. Fabrication of bio-nanocomposite films based on fish gelatin reinforced with chitosan nanoparticles. **Food Hydrocolloids**, v. 44, p. 172-182, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.09.004>

HU, Z.; SHA, X.; YE, Y.; XIAO, W.; TU, Z. Effects of  $\gamma$ -polyglutamic acid on the gelling properties and non-covalent interactions of fish gelatin. **Journal of Texture Studies**, v. 51, ed. 3 p. 511-520, 2019. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12495>

HUANG, T.; TU, Z.; SHANGGUAN, X.; SHA, X.; WANG, H.; ZHANG, L.; BANSAL, N. Fish gelatin modifications: A comprehensive review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 86, p. 260-269, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.048>

HUANG, T.; TU, Z.; WANG, H.; SHANGGUAN, X.; ZANG, L.; ZHANG, N.; BANSAL, N. Pectin and enzyme complex modified fish scales gelatin: Rheological behavior, gel properties and nanostructure. **Carbohydrate Polymers**, v. 156, p. 294-302, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.09.040>

HUANG, T.; TU, Z.; ZOU, Z.; SHANGGUAN, X.; WANG, H.; BANSAL, N. Glycosylated fish gelatin emulsion: Rheological, tribological properties and its application as model coffee creamers. **Food Hydrocolloids**, v. 102, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105552>

IBAMA, 2000–2007. IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística da pesca no Brasil**: Grandes regiões e unidades da

federação. Dados da pesca 2000-2007. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/biodiversidade-aquatica/gestao-pesqueira/estatistica-pesqueira>>

ISAAC, V. J.; ESPIRITO SANTO, R.; ALMEIDA, M.C.; ALMEIDA, O.; ROMAN, A.P.; NUNES, L. Diagnóstico da pesca e da aquicultura do estado do Pará. **O Desenvolvimento do Setor**, v. 2, p. 1-156. 2008. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/40049355-Diagnostico-da-pesca-e-da-aquicultura-do-estado-do-para.html>>

ISMAIL, N.; ABDULLAH, H.Z. Effects of hydrochloric acid concentration on the properties of black tilapia fish skin gelatin. **Materials Science Forum**, v. 840, p. 165-169, 2016. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.840.165>

ISO, International Organization for Standardization. Sensory Analysis – General guidance for the design of test rooms. **ISO 8589**. International Organization for Standardization: Switzerland. 1988.

ISO, International Organization for Standardization. Sensory Analysis – General Guidance for the Selection, Training and Monitoring of Assessors. **ISO 8586**. Netherlands: International Organization for Standardization, 1993.

ISSAINS, F.B.; TRINANDA, A.F.; BASYIR, A.M.; BENAYA, A.; YUWONO, A.H.; RAMAHDITA, G. Extraction of collagen Type-I from snakehead fish skin (*Channa striata*) and synthesis of biopolymer for wound dressing. **AIP Conference Proceedings**, v. 2193. 2019. <https://doi.org/10.1063/1.5139333>

IYOBE, T.; ASADA, T.; KAWATA, K.; OIKAWA, K. Comparison of removal efficiencies for ammonia and amine gases between woody charcoal and activated carbon. **Journal of Health Science**, v. 50, ed. 2, p. 148-15, 2004. <http://dx.doi.org/10.1248/jhs.50.148>

JACOMINO, A.P.; MENDONÇA, K.; KLUGE, R.A. Armazenamento refrigerado de limões ‘siciliano’ tratados com etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 45-48, 2003.

JAGADISWARAN, B.; ALAGARASAN, V.; PALANIVELU, P.; THEAGARAJAN, R.; MOSES, J.A.; ANANDHARAMAKRISHNAN. Valorization of food industry waste and by-products using 3D printing: A study on the development of value-added functional cookie. **Future Foods**, v. 4. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100036>

JAISWAL, K.K.; JHA, B.; PRASATH, R.A. Biodiesel production from discarded fish waste for sustainable clean energy development. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences**, v. 974, p. 2115, 2014. ISSN: 0974-2115

JIA, C.; HUANG, S.; LIU, R.; YOU, J.; XIONG, S.; ZHANG, B.; RONG, J. Storage stability and in-vitro release behavior of microcapsules incorporating fish oil by spray drying. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 628, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.127234>

JRIDI, M.; ABDELHEDI, O.; SALEM, A.; KECHAOU, H.; NASRI, M.; MENCHARI, Y. Physicochemical, antioxidant and antibacterial properties of fish gelatin-based edible films enriched with orange peel pectin: Wrapping application. **Food Hydrocolloids**, v. 103, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105688>

JUNIOR, O.G.S. **Pesca e etnoecologia da pescada amarela - *Cynoscion acoupa* (Lacèpede 1801) na costa norte do Brasil**. Dissertação (Doutorado em Ecologia Aquática e Pesca) - Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará, Belém-PA, 2017.

JUNIOR, O.G.S.; SILVA, J.L.G.; BOTELHO, M.A.S.; SOUZA, F.R.M.; SOUZA, P.R.M. **A cadeia produtiva do pescado na microrregião do Salgado-PA e sua participação no Índice de Desenvolvimento Humano local**. 1. In: Simpósio de excelência em gestão e tecnologia – IX SEGeT. Resende, RJ. 2012. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/3761671.pdf>>

KAMER, D.D.A.; PALABIYIK, I.; ISIK, N.O.; AKYUZ, F.; DEMIRCI, A.S.; GUMUS, T. Effect of confectionery solutes on the rheological properties of fish (*Oncorhynchus mykiss*) gelatin. **LWT – Food Science and Technology**, v. 101, p. 499-505, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.046>

KANWATE, B.W.; KUDRE, T.G. Effect of various acids on physicochemical and functional characteristics of gelatin from swim bladder of rohu (*Labeo rohita*). **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, p. 2540-2550, 2017. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2699-0>

KARIM, A.A.; BHAT, R. Fish gelatin: Properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. **Food Hydrocolloids**, v. 23, ed. 3, p. 563–576, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.07.002>

KATARZYNA ADAMIAK, K.; SIONKOWSKA, A. Current methods of collagen cross-linking: Review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 161, p. 550-560, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.075>

KHANTAPHANT, S.; BENJAKUL, S.; GHOMI, M.R. The effects of pretreatments on antioxidative activities of protein hydrolysate from the muscle of brownstripe red snapper (*Lutjanus vitta*). **LWT – Food Science and Technology**, v. 44, p. 1139–1148, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.009>

KHIARI, D.; SUFFET, I.H.; BARRETT, S.E. The determination of compounds causing fishy/swampy odors in drinking water supplies. **Water Science and Technology**, v. 31, p. 105-112, 1995. [https://doi.org/10.1016/0273-1223\(95\)00463-W](https://doi.org/10.1016/0273-1223(95)00463-W)

KOUHDASHT, A.M.; MOOSAVI-NASAB, M.; AMINLARI, M. Gelatin production using fish wastes by extracted alkaline protease from *Bacillus licheniformis*. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, ed. 2, p. 5175-5180, 2018. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3449-7>

KUANG, C.Y.; MOHTAR N. Effects of different soaking time on the extraction of gelatin from shortfin scad (*Decapterus macrosoma*) heads. **Journal of Environmental Biology**, v. 39, ed. 5, p. 808–812, 2019. [http://dx.doi.org/10.22438/jeb/39/5\(SI\)/11](http://dx.doi.org/10.22438/jeb/39/5(SI)/11)

KUBITZA, F; CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006. Disponível em: <<https://panoramadaaquicultura.com.br/o-aproveitamento-dos-subprodutos-do-processamento-do-pescado/>>. Acesso em: 27 de setembro de 2021.

KUMAR, S.P.J.; PRASAD, S.R. BANERJEE, R.; AGARAL, D.K.; KULKAMI, K.S.; RAMESH, K.V. Green solvents and technologies for oil extraction from oilseeds. **Chemistry Central Journal**, v. 11, ed. 9, p. 1–7, 2017. <https://doi.org/10.1186/s13065-017-0238-8>

KUSUMANINGRUM, I.; PRANOTO, Y.; HADIWIYOTO, S. Extraction optimization and characterization of gelatine from fish dry skin of Spanish mackerel (*Scomberromorus Bcommersoni*). **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, 2018. doi :10.1088/1755-1315/144/1/012036

KUVENCZIEV, S.; LISICHKOV, K.; ZEKOVIC, Z.; MARINKOVSKI, M.; MUSLIU, Z.H. Supercritical fluid extraction of fish oil from common carp (*Cyprinus carpio* L.) tissues. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 133, part 1, p. 528-534, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2017.11.027>

LAEMMLI, U.K. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. **MRC Laboratory of Molecular Biology**, v. 227, p. 680–685. 1970. <https://doi.org/10.1038/227680a0>

LEIMKUEHLER, E.P. **Production, characterisation and applications of activated carbon**. MSc Thesis, Faculty of the Graduate School, University of Missouri, USA, 2010.

LI, J.; WANG, M.; QIAO, Y.; TIAN, Y.; LIU, J.; QIN, J.; QIN, S.; WU, W. Extraction and characterization of type I collagen from skin of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its potential application in biomedical scaffold material for tissue engineering. **Process Biochemistry**, v. 74, p. 156-163, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.07.009>

LI, P.H.; LU, W.C.; CHAN Y.J.; KO, W.C.; JUNG, C.C.; HUYNH, T.L.; JI, Y.X. Extraction and characterization of collagen from sea cucumber (*Holothuria cinerascens*) and its potential application in moisturizing cosmetics. **Aquaculture**, v. 515, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734590>

LIU, G.; LIU, R.; SHAN, Y.; SUN, C. Marine bacterial exopolysaccharide EPS11 inhibits migration and invasion of liver cancer cells by directly targeting collagen I. **Journal of Biological Chemistry**, v. 297, ed. 4, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2021.101133>

LIU, H.; LI, D.; GU, S. Rheological properties of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) gelatin from fish skins preserved by different methods. **LWT – Food Science and Technology**. v. 41, ed. 8, p. 1425-1430, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.09.006>

LIU, Y.; HUANG, Y.; WANG, Z.; CAI, S.; ZHU, B.; DONG, X. Recent advances in fishy odour in aquatic fish products, from formation to control. **International urnal of Food Science and Technology**, 2021. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15269>

LIU, Y.; LI, B.; ZHANG, K.; LI, J.; HOU, H. Novel hard capsule prepared by tilapia (*Oreochromis niloticus*) scale gelatin and konjac glucomannan: Characterization, and in vitro dissolution. **Carbohydrate Polymers**, v. 206, p. 254-261, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.10.104>

LOPES, C.W.; BERTELLA, F.; PERGHER, S.B.C.; FINGER, P. H.; DALLAGO, R.M.; PENHA, F.G. Síntese e caracterização de carvões ativados derivados do sabugo de milho. **Perspectiva**, v. 37, n. 139, p. 27-35, 2013.

LOPES, I.S.; FERREIRA, E.M.; PEREIRA, D.M.; PEREIRA, L.S.; CUNHA, M.C.S.; COSTA, F.N. Pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) desembarcada: características microbiológicas e qualidade do gelo utilizado na sua conservação. **Instituto Adolfo Lutz** (Impresso), v. 71, ed. 4. 2012. Disponível em: <[http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0073-98552012000400010&lng=pt&nrm=iso](http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000400010&lng=pt&nrm=iso)>

LV, L.; HUANG, Q.; DING, W.; XIAO, X.; ZHANG, H.; XIONG, L. Fish gelatin: The novel potential applications. **Journal of Functional Foods**, v. 63, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103581>

MA, R.; MENG, Y.; ZHANG, W.; MAI, K. Comparative study on the organoleptic quality of wild and farmed large yellow croaker *Larimichthys crocea*. **Journal of Oceanology and Limnology**, v. 38, p. 260-274, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00343-019-8353-0>

MA, Y.; WANG, X.R.; LI, T.; ZHANG, J.; GAO, J.; SUN, Z.Y. Hydrogen and ethanol: Production, storage, and transportation. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 46, ed. 54, p. 27330-27348, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.06.027>

MAHMOOD, K.; MUHAMMAD, L.; ARIFFIN, F.; KAMILAH, H.; RAZAK, A.; SULAIMAN, S. Review of fish gelatin extraction, properties and packaging applications. **Food Science and Quality Management**, v. 56, 2016. ISSN 2224-6088

MAHMOUD, M.A.; BUETTNER, A. Characterisation of aroma-active and off-odour compounds in German rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Part I: Case of aquaculture water from earthen-ponds farming. **Food Chemistry**, v. 210, p. 623-630, 2016. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.05.03

MAHMOUD, M.A.; BUETTNER, A. Characterisation of aroma-active and off-odour compounds in German rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Part II: Case of fish meat and skin from earthen-ponds farming. **Food Chemistry**, v. 232, p. 841-849, 2017. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.09.172

MAHMOUD, M.A.; TYBUSSEK, T.; LOOPS, H.M.; WAGENSTALLER, M.; BUETTNER, A. Odorants in fish feeds: A potential source of malodors in aquaculture. **Frontiers in Chemistry**, v. 6, 2018. <https://doi.org/10.3389/fchem.2018.00241>

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa MAPA nº29 de 23 de setembro de 2015**. Disponível em: <<https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=303724>>

MATOS, I.P.; LUCENA, F. Descrição da pesca da pescada-amarela *Cynoscion acoupa*, da costa do Pará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, p. 66-73. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.32360/acmar.v39i1-2.6175>>

MENEZES, M.L.R.; RIBEIRO, H.L.; ABREU, F.O.M.S.; FEITOSA, J.P.A.; FILHO, M.S.M.S. Optimization of the collagen extraction from Nile tilapia skin (*Oreochromis niloticus*) and its hydrogel with hyaluronic acid. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 189, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2020.110852>

MNEIMNEH, A.T.; MEHANNA, M.M. Collagen-based scaffolds: An auspicious tool to support repair, recovery, and regeneration post spinal cord injury. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 601, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120559>

MONAGO-MARAÑA, O.; WOLD, J.P.; RODBOTTEN, R.; DANKEL, K.R.; AFSETH, N.K. Raman, near-infrared and fluorescence spectroscopy for determination of collagen content in ground meat and poultry by-products. **LWT – Food Science and Technology**, v. 140, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110592>

MONSALVE-ATENCIOA, R.; OSPINA-MILLÁN, N.; CONTRERAS-CALDERÓN, J. Effect of addition of collagen and plasma as substitutes for mechanically deboned chicken meat on physicochemical and sensory properties of salchichón. **LWT – Food Science and Technology**, v. 151, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112157>

MOURÃO, K.R.M.; FRÉDOU, F.L.; ESPÍRITO-SANTO, R.V.; ALMEIDA, M.C.; SILVA, B.B.; FRÉDOU, T.; ISAAC, V. Sistema de produção pesqueira pescada amarela - *Cynoscion acoupa* Lacèpede (1802): Um estudo de caso no litoral nordeste do Pará-Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35. p. 497-511. 2009. Disponível em: <[https://www.pesca.sp.gov.br/35\\_3\\_497-511.pdf](https://www.pesca.sp.gov.br/35_3_497-511.pdf)>

MOURÃO, K.R.M.; PINHEIRO, L.A.; LUNCENA, F. Organização social e aspectos técnicos da atividade pesqueira no município de Vigia-PA. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 20, n. 1, p. 39-52. 2007. Disponível em: <<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/blabohidro/article/view/2030>>

MOUSAVIPOUR, N.; BABAEI S.; MOGHIMIPOUR E.; MOOSAVI-NASAB, M.; CEYLAN, Z. A novel perspective with characterized nanoliposomes: Limitation of lipid oxidation in fish oil. **LWT – Food Science and Technology**, v. 152, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112387>

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil 2008–2009**. p. 99. 2010. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est\\_2010\\_nac\\_boletim.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2010_nac_boletim.pdf)>

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil 2010**. p. 128. 2012. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est\\_2011\\_bol\\_bra.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol_bra.pdf)>

MPA, Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Balanço da Pesca e Aquicultura: Brasil 2011**. 2013. Disponível em: <[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est\\_2011\\_bol\\_bra.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/estatistica/est_2011_bol_bra.pdf)>

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, ed. 4, p. 581-592, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2003.08.009>

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. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2003.08.009>

NAKAMURA, J.; HAZIN, F. Assessing the Brazilian federal fisheries law and policy in light of the voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries. **Marine Policy**, v. 113, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103798>

National Standard of Indonesia (SNI). **Quality and Method of Gelatin Procedure**. 1995.

NETO, J.B.G.; GOYANNA, F.A.A.; FEITOSA, C.V.; SOARES, M.O. A sleeping giant: The historically neglected Brazilian fishing sector. **Ocean and Coastal Management**, v. 209, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105699>

NIMNI, M.E.; HARKNESS, R.D. Molecular structures and functions of collagen. **Collagen**, CRC Press, ed. 1, p. 1-78, 1998. eBook ISBN9781351070799

NIST Chemistry WebBook, **NIST Chemistry WebBook**. NIST Standard Reference Database, SRD Number 69, 2018. Disponível em: <<https://webbook.nist.gov/chemistry/>>

NOGUEIRA, B.A. **Características tecnológicas de espécies de pescado com potencial de criação na região sudoeste do paraná**. Disserta o (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de P sgradua o em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Pato Branco, 2016.

NURIMALA, M.; SURYAMAREVITA, H.; HIZBULLAH, H.H.; JOCOEB, A.M.; OCHIAI, Y. Fish skin as a biomaterial for halal collagen and gelatin. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 29, p. 1100-11100, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.056>

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual da Pesca: Ciência e Tecnologia do Pescado**, v. 1. São Paulo: Varela; 1999.

OLIVEIRA, C.D.; LESSA, R.; ALMEIDA, Z.; SANTANA, F.M. Biology and fishery of Acoupa Weakfish *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801): A review. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 15, ed. 3, p. 333-349. 2020. <https://doi.org/10.3897/neotropical.15.e55563>

OLIVEIRA, C.L.; BARBOSA, J.R.; RIBEIRO, S.C.A.; VASCONCELOS, M.A.M.; AGUIAR, B.A.; PEREIRA, G.V.S.; ALBUQUERQUE, G.A.; SILVA, F.N.L.; CRIZEL, R.L.; CAMPELO, P.H.; LOURENÇO, L.F.H. Improvement of the characteristics of fish gelatin – gum arabic through the formation of the polyelectrolyte complex. **Carbohydrate Polymers**, v. 223. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115068>

OLIVEIRA, V.M., ASSIS, C.R.D., HERCULANO, P.N., CAVALCANTI, M.T.H., BEZERRA, R.S.; PORTO, A.L.F. Collagenase from smooth weakfish: Extraction, partial purification, characterization and collagen. **Boletim do Instituto de Pesca**. v. 43, p. 52-64. 2017. <http://dx.doi.org/10.20950/1678-2305.2017v43n1p52>

OLIVEIRA, V.M.; ASSIS, C.R.D.; COSTA, B.A.M.; NERI, R.C.A.; MONTE, F.T.D.; FREITAS, H.M.S.C.V.; FRAN A, R.C.P.; SANTOS, J.F.; BEZERRA, R.S.; PORTO, A.L.F. Physical, biochemical, densitometric and spectroscopic techniques for characterization collagen from alternative sources: A review based on the sustainable valorization of aquatic by-products. **Journal of Molecular Structure**, v. 1224, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129023>

OLIVEIRA, V.M.; CUNHA, M.N.C.; NASCIMENTO, T.P.; ASSIS, C.R.D.; BEZERRA, R.S.; PORTO, A.L.F. Colágeno: Características gerais e produ o de peptídeos bioativos -

Uma revisão Com ênfase nos subprodutos do pescado. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, ed. 2, p. 56-68, 2017. DOI 10.2312/ActaFish.2017.5.2.56-68

OZOGUL, F.; CAGALJ, M.; SIMAT, V.; OZOGUL, Y.; TKACZEWSKA, J.; HASSOUN, A.; KADDOUR, A.; KULEY, E.; RATHOD, N.B.; PHADKE, G.G. Recent developments in valorisation of bioactive ingredients in discard/seafood processing by-products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 116, p. 559-589, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.007>

OZTURK, B.; MCCLEMENTS, D.J. Progress in natural emulsifiers for utilization in food emulsions. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 1-6, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.07.008>

PACHELLES, S.; FUZI, S.F.Z.M.; MAN, R.C.; ABDULLAH, A.A.; ILLIAS, R.M. Combine strategy of treated activated charcoal and cell surface protein curli induction for enhanced performance in *Escherichia coli* immobilization. **Process Biochemistry**, v. 110, p. 26-36, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2021.06.012>

PAN, J.; JIA, H.; SHANG, M.; LI, Q.; XU, C.; WANG, Y.; WU, H.; DONG, X. Effects of deodorization by powdered activated carbon,  $\beta$ -cyclodextrin and yeast on odor and functional properties of tiger puffer (*Takifugu rubripes*) skin gelatin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 118, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.06.023>

PARK, J.; NAM, J.; YUN, H.; JIN, H.; KWAK, H.W. Aquatic polymer-based edible films of fish gelatin crosslinked with alginate dialdehyde having enhanced physicochemical properties. **Carbohydrate Polymers**, v. 254, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117317>

PEINADO, I.; MILES, W.; KOUTSIDIS, G. Odour characteristics of seafood flavour formulations produced with fish by-products incorporating EPA, DHA and fish oil. **Food Chemistry**, v. 212, p. 612-619, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.023>

PEIXES BR. **Anuário Brasileiro da Piscicultura**. Associação Brasileira de Piscicultura, 2022.

PEREIRA, G.V.S.; PEREIRA, G.V.S.; NEVES, E.M.P.X.; REGO, J.A.R.; BRASIL, D.S.B.; LOURENÇO, L.F.H.; JOELE, M.R.S.P. Glycerol and fatty acid influences on the rheological and technological properties of composite films from residues of *Cynoscion acoupa*. **Food Bioscience**, v. 38, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100773>

PORFÍRIO, E.; FANARO, G.B. Collagen supplementation as a complementary therapy for the prevention and treatment of osteoporosis and osteoarthritis: A systematic review. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 19, ed. 1, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2016.14145>

PRANOTO, Y.; MARSENIO, D.W.; RAHMAWATI, H. Characteristics of gelatins extracted from fresh and sun-dried seawater fish skins in Indonesia. **International Food Research Journal**, v. 18, ed. 4, p. 1335-1341, 2011.

QIU, Y.T.; WANG, Y.M.; YANG, X.R.; ZHAO, Y.Q.; CHI, C.F.; WANG, B. Gelatin and antioxidant peptides from gelatin hydrolysate of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) scales: Preparation, identification and activity evaluation. **Marine drugs**, v. 17, p. 565, 2019. <https://doi.org/10.3390/md17100565>

RAMACHANDRAN, G.N.; KARTHA, G. Structure of collagen. **Nature**, v. 176, p. 593-595, 1955. <https://doi.org/10.1038/176593a0>

RICH, A.; CRICK, F. The structure of collagen. **Nature**, v. 176, p. 915-916, 1955. <https://doi.org/10.1038/176915a0>

RIDHAY, A.; MUSAFIRA, M.; NURHAENI, N.; NURAKHIRAWATI, N.; KHASANAH, N.B. The effect of variation of the type of acid on gelatine yield from cakalang fish bone (*Katsuwonus pelamis*). **Kovalen**, v. 2, ed. 2, p. 44-53. 2016. <http://dx.doi.org/10.22487/j24775398.2016.v2.i2.6725>

RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Artigo 433 do Decreto 30.691/52**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2020. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/decreto-30691-de-1952.pdf/view>>

RINALDI, M.M.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.C. Conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* DC. submetidos a diferentes sanitizantes e temperaturas de armazenamento. **Brazilian Journal Of Food Technology**, v. 20, p. 1-12, 2017. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.4616>

RINCÓN-CERVERA, M.A.; GONZÁLEZ-BARRIGA, V.; ROMERO, J.; ROJAS, R.; LÓPEZ-ARANA, S. Quantification and distribution of omega-3 fatty acids in south pacific fish and shellfish species. **Foods**, v. 9, ed. 2, p. 233. <https://doi.org/10.3390/foods9020233>

RIVERA-UTRILLA, C.; BATISTA-TOLEDO, I.; GARCÍA, F.; MORENO-CASTILHA, C.; FERNÁNDEZ, F.J.V. Bisphenol a removal from water by activated carbon. Effects of carbon characteristics and solution chemistry. **Environmental Science and Technology**, v. 39, n. 16, 2005. <https://doi.org/10.1021/es0481169>

ROBERTSON, R.F.; JAUNCEY, K.; BEVERIDGE, M.C.M., LAWTON, L.A. Depuration rates and the sensory threshold concentration of geosmin responsible for earthy-musty taint in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v. 245, p. 89-99, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.11.045>

RODRÍGUES, M.I.A.; BARROSO, L.G.R.; SÁNCHEZ, M.L. Collagen: A review on its sources and potential cosmetic applications. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 17, ed. 1, p. 20-26, 2017. <https://doi.org/10.1111/jocd.12450>

RUSSEL, N.J.; SEILER, D.A.L. **Ethanol as a food preservative**, p. 153-171. In N. J. Russell and G. W. Gould (ed.), Food preservatives. Blackie, London, England. 1991.

SAE LEAW, T.; BENJAKUL, S.; O'BRIEN, N.M. Effect of pretreatments and drying methods on the properties and fishy odor/flavor of gelatin from seabass (*Lates calcarifer*) skin. **Drying Technology**, v. 34, p. 53-65, 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/07373937.2014.1003071>

SAE-LEAW, T.; BENJAKUL, S. Physico-chemical properties and fishy odour of gelatin from seabass (*Lates calcarifer*) skin stored in ice. **Food Bioscience**, v. 10, p. 59-68, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.02.002>

SAID, M.I.; ABUSTAM, E.; WAHAB, A.W.; TABA, P.; GANI, A.; WAHID, A.M. Effect of ethanol used in a degreasing process on Bali cattle bones on the physicochemical properties of extracted collagen. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 25, ed. 2, p. 418–423, 2019.

SALEM, A.; FANKHAKAKH, N.; JRIDI, M.; ABDELHEDI, O.; NASRI, M.; DEBEAFORT, F.; ZOUARE, N. Microstructure and characteristic properties of dogfish skin gelatin gels prepared by freeze/spray-drying methods. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 162; p. 1-10, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.033>

SALVATORE, L.; GALLO, N.; NATALI, M.L.; CAMPA, L.; LUNETTI, P.; MADAGHIELE, M.; BLASI, F.S.; CORALLO, A.; CAPOBIANCO, L.; SANNINO, A. Marine collagen and its derivatives: Versatile and sustainable bio-resources for healthcare. **Materials Science and Engineering C**, v. 113, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2020.110963>

SÁNCHEZ-CAMARGO, A.; MEIRELES, M.A.A.; FERREIRA, A.L.K.; SAITO, E.; CABRAL, F.A. Extraction of  $\omega$ -3 fatty acids and astaxanthin from Brazilian redspotted shrimp waste using supercritical CO<sub>2</sub> + ethanol mixtures. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 61, p. 71-77, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2011.09.017>

SANKARAN, S.; KHANAL, S.K.; JASTI, N.; JIN, B.; POMETTO, A.L.; VAN LEEUWEN, J.H. Use of filamentous fungi for wastewater treatment and production of high value fungal byproducts: A review. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 40, ed. 5, p. 400-449, 2010. <https://doi.org/10.1080/10643380802278943>

SANTOS, G.; OLIVEIRA, M.C.; MORAES, M.H.; PAGANI, A.A.C. Estudo comparativo do coentro (*Coriandum sativum L.*) seco obtido em diferentes métodos de secagem. **Revista GEINTEC**, v. 2, n. 3, p. 236-244, 2012. D.O.I.:10.7198/S2237-0722201200030004

SANTOS, K.A.; SILVA, E.A.; SILVA, C. Ultrasound-assisted extraction of favela (*Cnidioscolus quercifolius*) seed oil using ethanol as a solvent. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, ed. 6. 2021. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15497>

SELLI, S.; RANNOU, C.; PROST, C.; ROBIN, J.; SEROT, T. Characterization of aroma-active compounds in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eliciting an off-odor. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 25, p. 9496-9502, 2006. <https://doi.org/10.1021/jf0619582>

SENARATNE, L.S.; PARK, P.J.; KIM, S.K; Isolation and characterization of collagen from brown backed toadfish (*Lagocephalus gloveri*) skin. **Bioresource Technology**, v. 97, ed. 2, p. 191-197, 2006. doi:10.1016/j.biortech.2005.02.024

SERFERT, Y.; DRUSCH, S.; SCHWARZ, K. Sensory odour profiling and lipid oxidation status of fish oil and microencapsulated fish oil. **Food Chemistry**, v. 123, ed. 4, p. 968-975, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.047>

SHAHIDI, F.; VARATHARAJAN, V.; PENG, H.; SENADHEERA, R. Utilization of marine by-products for the recovery of value-added products. **Journal of Food Bioactives**, v. 6, p. 10-61, 2019. <https://doi.org/10.31665/JFB.2019.6184>

SHIRAZI, S.A.; ABDOLLAHIPOOR, B.; MARTISON, J.; REARDON, K.; WINDOM, B.C. Physiochemical property characterization of hydrous and anhydrous ethanol blended gasoline. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 57, p. 11239-11245, 2018. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.8b01711>

SHOGREN, R. L.; BAGLEY, E. B. Natural polymers as advanced materials: some research needs and directions. (Eds) **Biopolymers**. Washington, ACS Symposium Series, v.723, p. 2-11. 1999.

SHOULDERS, M.D.; RAINES, R.T. Collagen Structure and Stability. **Annual Review of Biochemistry**, v. 78, p. 929-958, 2009. <https://doi.org/10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833>

SHREVE, R. N.; BRINK JR., JOSEPH A. **Indústrias de Processos Químicos**, 4ª edição, Editora Guanabara Koogan S. A., 1997.

SIBURIAN, W.Z.; ROCHIMA, E.; ANDRIANI, Y.; PRASEPTIANGGA, D. Fish gelatin (definition, manufacture, analysis of quality characteristics, and application): A review. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 8, ed. 4, p. 90-95, 2020. E-ISSN: 2347-5129

SILVA, D.F.M. **Produção de adsorvente a partir da casca de batata para a remoção do corante Direct Black 22 de efluentes industriais sintéticos**. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Centro Universitário Tabosa de Almeida - ASCES/UNITA. Caruaru, 2017.

SILVA, E.V.C.; LOURENÇO, L.F.H.; PENA, R.S. Optimization and characterization of gelatin from kumakuma (*Brachyplatystoma filamentosum*) skin. **CyTA – Journal of Food**, v. 156 ed. 3, p. 361-368, 2017. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1266391>

SILVA, N.S.; FARIAS, F.S.; FREITAS, M.M.S.; HERNÁNDEZ, E.J.G.P.; DANTAS, V.V.; OLIVEIRA, M.E.C.; JOELE, M.R.S.P.; LOURENÇO, L.F.H. Artificial intelligence application for classification and selection of fish gelatin packaging film produced with incorporation of palm oil and plant essential oils. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 27, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100611>

SILVA, N.S.; HERNÁNDEZ, E.J.G.P.; ARAÚJO, C.S.; JOELE, M.R.S.P.; LOURENÇO, L.F.H. Development and optimization of biodegradable fish gelatin composite film added with buriti oil. **CyTA – Journal of Food**, v. 16, ed. 1, p. 340-349, 2018. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1406005>

SINTHUSAMRAN, S.; BENJAKUL, S.; KISHIMURA, H. Comparative study on molecular characteristics of acid soluble collagens from skin and swim bladder of seabass (*Lates calcarifer*). **Food Chemistry**, v. 138, p. 2435–2441. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.136>

SIONKOWSKA, A. Collagen blended with natural polymers: Recent advances and trends. **Progress in Polymer Science**, v. 122, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2021.101452>

SOARES, A.G. **Adsorção de gases em carvão ativado de celulignina**. Dissertação (Doutorado em Física). Instituto de Física "Gleb Wataghin", Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.

SOLIMAN, N.K.; MOUSTAFA, A.F. Industrial solid waste for heavy metals adsorption features and challenges: A review. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 9, ed. 5, p. 10235-10253, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.07.045>

SONG, G.; ZHANG, M.; PENG, X.; YU, X.; DAI, Z.; SHEN, Q. Effect of deodorization method on the chemical and nutritional properties of fish oil during refining. **LWT – Food Science and Technology**, v. 96, p. 560-567, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.06.004>

SONG, Z.; LIU, H.; CHEN, L.; CHEN, L.; ZHOU, C.; HONG, P.; DENG, C. Characterization and comparison of collagen extracted from the skin of the Nile tilapia by fermentation and chemical pretreatment. **Food Chemistry**, v. 340, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128139>

SONGCHOTIKUNPAN, P.; TATTIYAKUL, J.; SUPAPHOL, P. Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 42, ed. 3, p. 274-255, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2007.11.005>

STANI, C.; VACCARI, L.; MITRI, E.; BIRARDA, G. FTIR investigation of the secondary structure of type I collagen: New insight into the amide III band. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 229, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2019.118006>

STATSOFT. **Statistica for Windows**, versão 10.0. (Software estatístico), 2010.

SULTANA, S.; HOSSAIN, M.A.M.; ZAIDUL, I.S.M.; ALI, M.E. Multiplex PCR to discriminate bovine, porcine, and fish DNA in gelatin and confectionery products. **LWT – Food Science and Technology**, v. 92, p. 169-176, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.019>

SUMIYOSHI, H.; OKAMURA, Y.; KAWAGUCHI, A.T.; KUBOTA, T.; ENDO, H.; YANAGAWA, T.; YASUDA, J.; MATSUKI, Y.; NAKAO, S.; INAGAKI, Y. External administration of moon jellyfish collagen solution accelerates physiological wound healing and improves delayed wound closure in diabetic model mice. **Regenerative Therapy**, v. 18, p. 223-230, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.reth.2021.06.008>

SWEENEY, S.M.; ORGEL, J.P.; FERTALA, A.; MCAULIFFE, J.D.; TURNER, K.R.; DI LULLO, G.A.; CHEN, S.; ANTIPOVA, O.; PERUMAL, S.; ALA-KOKKO, L.; FORLINO, A.; CABRAL, W.A.; BARNES, A.M.; MARINI, J.C.; ANTONIO, J.D.S. Candidate cell and matrix interaction domains on the collagen fibril, the predominant protein of vertebrates. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 283, ed. 30, p. 2187-2197, 2008. [doi.10.1074/jbc.M709319200](https://doi.org/10.1074/jbc.M709319200)

SZPILMAN, M. **Peixes marinhos no Brasil: Guia prático de identificação**. MAUAD Editora Ltda. Instituto Ecológico Aqualung, 2000. ISBN: 9788590069126, 8590069125

TABARESTANI, H.S.; MAGHSOUDLOU, Y.; MOTAMEDZADEGAN, A.; MAHOONAK, A.R.S. Optimization of physico-chemical properties of gelatin extracted from fish skin of

rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). **Bioresource Technology**, v. 101, p. 6207-6214, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.02.071>

TACIAS-PASCACIO, V.G.; CASTAÑEDA-VALBUENA, D.; MORELLON-STERLING, R.; TAVANO, O.; BERENGUER-MURCIA, Á.; VELA-GUTIÉRREZ, G.; RATHER, I.A.; FERNANDEZ-LAFUENTE, R. Bioactive peptides from fisheries residues: A review of use of papain in proteolysis reactions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 184, p. 415-428, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.076>

TANEMURA, K.; ROHAND, T. Activated charcoal as an effective additive for alkaline and acidic hydrolysis of esters in water. **Tetrahedron Letters**, v. 61, ed. 44, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2020.152467>

THIBBOTUWAWA, N.; SINGH, S.; GU, Y. Proteoglycan and collagen contribution to the strain-rate-dependent mechanical behaviour of knee and shoulder cartilage. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 124, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2021.104733>

THOTAGAMUGE, R.; KOOH, M.R.R.; MAHADI, A.H.; LIM, C.M.; ABU, M.; JAN, A.; HANIPAH, A.H.A.; KHIONG, Y.Y.; SHOFRY, A. Copper modified activated bamboo charcoal to enhance adsorption of heavy metals from industrial wastewater. **Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management**, v. 16, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100562>

UNDELAND, I. Chapter 11 - Oxidative stability of seafood. M. Hu, C. Jacobsen (Eds) **Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats**, AOCS Press, p. 391-460, 2016. <https://doi.org/10.1016/B978-1-63067-056-6.00011-2>

VARLETT, V.; PROST, C.; SEROT, T. Volatile aldehydes in smoked fish: analysis methods occurrence and mechanisms of formation. **Food Chemistry**, v. 105, p. 1536-1556, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.03.041>

VAZ, L.C.; PINTO, E.; SOARES, D.; FERNANDES, A.P. Extração do colágeno a partir de pele de peixe da espécie tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) do rio e represa. **Agrarian Academy**, v. 7, ed. 14, 2020. DOI: 10.18677/Agrarian\_Academy\_2020b4

WANG, R.; LI, D.; JIN, C.X.; YANG, B.W. Seasonal occurrence and species specificity of fishy and musty odor in Huajiang Reservoir in winter, China. **Water Resources and Industry**, v. 11, p. 13-26, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2015.04.002>

WANG, X.; GAO, J.; CHEN, Z.; CHEN, H.; ZHAO, Y.; HUANG, Y.; CHEN, Z. Evaluation of hydrous ethanol as a fuel for internal combustion engines: A review. **Renewable Energy**, v. 194, p. 504-525, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.132>

WANGTUEAI, S.; PHIMOLSIRIPOL, Y.; VICHASILP, C.; REGENSTEIN, J.M.; SCHOENLECHNER, R. Optimization of gluten-free functional noodles formulation enriched with fish gelatin hydrolysates. **LWT – Food Science and Technology**, v. 133, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109977>

WARD, A.G.; COURTS, A. **The science and technology of gelatin**. Academic Press, London, 1997. ISBN: 0 12 735050 0

WILKES, J.G.; CONTE, E.D.; KIM, Y.; HOLCOMB, M.; SUTHERLAND, J.B.; MILLER, D.W. Sample preparation for the analysis of flavors and off-flavors in foods. **Journal of Chromatography A**, v. 880, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)00318-6](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)00318-6)

XU, Q.; TORRES, J.E.; HAKIM, M.; BABIAK, P.M.; PAL, P.; BATTISTONI, C.M.; NGUYEN, M.; PANITCH, A.; SOLORIO, L.; LIU, J.C. Collagen and hyaluronic acid-based hydrogels and their biomedical applications. **Materials Science and Engineering: R: Reports**, v. 146, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2021.100641>

YAMAMOTO, B.L. **Análise descritiva quantitativa (ADQ) e teste de aceitabilidade na avaliação do frescor da tainha (*Mugil Liza*, Valenciennes, 1836)**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. São Paulo, 2011.

YANG, L.; YANG, M.; XU, J.; NIE, Y.; WU, W.; ZHANG, T.; WANG, X.; ZHONG, J. Structural and emulsion stabilization comparison of four gelatins from two freshwater and two marine fish skins. **Food Chemistry**, v. 371. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131129>

YANG, Z.; HEMAR, L.; HILLIOU, L.; GILBERT, E.P.; MCGILLIVRAY, D.J.; WILLIAMS, M.A.K.; CHAIEB, S. Nonlinear behavior of gelatin networks reveals a hierarchical structure. **Biomacromolecules**, v. 17, p. 590-600, 2016. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.5b01538>

YARNPAKDEE, S.; BENJAKUL, S.; NALINANON, S.; KRISTINSSON, H.G. Lipid oxidation and fishy odour development in protein hydrolysate from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscle as affected by freshness and antioxidants. **Food Chemistry**, v. 132, ed. 4, p. 1781-1788, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.139>

ZHANG, S.; ZHAO, Y.; WANG, Y.; YANG, X.; CHI, C.; WANG, B. Gelatins and antioxidant peptides from Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) skins: Purification, characterization, and cytoprotection on ultraviolet-A injured human skin fibroblasts. **Food Bioscience**, v. 50. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102138>

ZHANG, T.; SUN, R.; DING, M.; TAO, L.; LIU, L.; TAO, N.; WANG, X.; ZHONG, J. Effect of extraction methods on the structural characteristics, functional properties, and emulsion stabilization ability of Tilapia skin gelatins. **Food Chemistry**, v. 328, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127114>

ZHANG, Y.; DUTILLEUL, P.; LI, C.; SIMPSON, B.K. Alcalase-assisted production of fish skin gelatin rich in high molecular weight (HMW) polypeptide chains and their characterization for film forming capacity. **LWT – Food Science and Technology**, v. 110, p. 117-125, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.012>

ZHANG, Z.; NIU, L.; SUN, L.; HUANG, Y.; FAN, Y.; WANG, X.; LAI, K. Effects of powdered activated carbon, diatomaceous earth and  $\beta$ -cyclodextrin treatments on the clarity and volatile compounds of tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin gelatin. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 11, p. 894-901, 2017. DOI 10.1007/s11694-016-9461-6

ZHAO, X.; ZHANG, X.; LIU, D. Collagen peptides and the related synthetic peptides: A review on improving skin health. **Journal of Functional Foods**, v. 86, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104680>

ZOU, Y.; XU, P.; LI, P.; CAI, P.; ZHANG, Z.; ZHILAN, S.; SUN, C.; XU, W.; WANG, D. Effect of ultrasound pre-treatment on the characterization and properties of collagen extracted from soft-shelled turtle (*Pelodiscus sinensis*). **LWT – Food Science and Technology**, v. 82, p. 72-81, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.024>

## ANEXO I

## ANÁLISE SENSORIAL DE GELATINAS DE PELE DE PEIXE DESODORIZADAS

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ CONTATO: \_\_\_\_\_ SEXO: Feminino ( ) Masculino ( )

1) Você está recebendo quatro (4) amostras de gelatina de pescada amarela que passaram por diferentes métodos de desodorização, avalie-a de acordo com as escalas não estruturadas abaixo, quanto aos parâmetros de **FORTE/FRACO** e **PRESENÇA/AUSÊNCIA**.

- **Amostra P = Padrão.**

a) Código: \_\_\_\_\_

**Fraco** \_\_\_\_\_ **Forte**

**Ausente** \_\_\_\_\_ **Presente**

b) Código: \_\_\_\_\_

**Fraco** \_\_\_\_\_ **Forte**

**Ausente** \_\_\_\_\_ **Presente**

c) Código: \_\_\_\_\_

**Fraco** \_\_\_\_\_ **Forte**

**Ausente** \_\_\_\_\_ **Presente**

d) Código: \_\_\_\_\_

**Fraco** \_\_\_\_\_ **Forte**

**Ausente** \_\_\_\_\_ **Presente**

**COMENTÁRIOS:**

---

---

---

---