UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LIZANDRA MARIA FERREIRA GURGEL

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA DE PELES DE TILÁPIA-DO-NILO CONSERVADAS POR SALGA E POR CONGELAMENTO

CARAÚBAS
2022

LIZANDRA MARIA FERREIRA GURGEL

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA DE PELES DE TILÁPIA-DO-NILO CONSERVADAS POR SALGA E POR CONGELAMENTO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dra. **Guymmann Clay da Silva**

CARAÚBAS

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

G978e Gurgel, Lizandra Maria Ferreira .
EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA DE PELES DE TILÁPIA-DO-NILO CONSERVADAS POR SALGA E POR CONGELAMENTO / Lizandra Maria Ferreira Gurgel. - 2022.
43 f. : il.

Orientadora: Guymmann Clay da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2022.

1. Hidrólise. 2. Filé. 3. Resíduos. 4. Indústria. I. Clay da Silva, Guymmann, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automáto em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LIZANDRA MARIA FERREIRA GURGEL

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA DE PELES DE TILÁPIA-DO-NILO CONSERVADAS POR SALGA E POR CONGELAMENTO

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 15/06/2022.

BANCA EXAMINADORA

Guymmann Clay da Silva

Assinado digitalmente por Guymmann Clay da Silva
DN: OU=UFERSA, CN=Guymmann Clay da Silva, E=[redacted]
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2022.06.15 20:34:46-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 11.2.1

Prof. Dra. Guymmann Clay da Silva
Presidente

DANIEL FREITAS FREIRE MARTINS:[redacted]

Assinado de forma digital por DANIEL FREITAS FREIRE MARTINS:[redacted]
Dados: 2022.06.15 19:44:38 -03'00'

Prof. Dr. Daniel Freitas Freire Martins
Membro Examinador Interno

MARCELO BATISTA DE QUEIROZ:[redacted]

Assinado de forma digital por MARCELO BATISTA DE QUEIROZ:[redacted]
Dados: 2022.06.15 19:31:10 -03'00'

Prof. Dr. Marcelo Batista De Queiroz
Membro Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus por te me concedido discernimento e ter me dado forças para prosseguir nessa caminhada.

Seguidamente quero agradecer a minha família, em especial, minha mãe Sandra Gonçalves e meu pai Francisco Gurgel, por serem pais tão incríveis que fizeram o possível e o impossível ao longo de toda a minha vida. Agradeço aos meus irmãos Fernanda Gurgel e Fernando Gurgel por terem me apoiado nessa jornada, me incentivando a ser cada dia mais perseverante, e às minhas sobrinhas Sandrielly Gurgel e Isabelly Gurgel.

Sou muito grata aos meus amigos, que considero como parte da família, Marcelo Targino, Rosimery Almeida e Jakson Bruno, que contribuíram significativamente para que eu me tornasse uma pessoa muito melhor na vida pessoal e acadêmica. E também aos meus grandes amigos do coração Luiz Matos, Kleber Câmara, Geraldo Targino, Romário Lima, Lucas Giovanne, Fellype Brito, Vitor Eduardo e *in memoriam* ao querido Henrike Rabelo. Agradeço também a minha psicóloga Emillainy Gurgel por ter me ajudado a enfrentar os desafios pessoais, corroborando para a conclusão deste trabalho.

Agradeço a minha orientadora Guymmann Clay, que se tornou um dos principais pilares para a minha formação acadêmica, aceitando o convite de conduzir este trabalho proporcionando grandes ensinamentos.

Por fim, quero agradecer a Universidade Federal Rural do Semi-Árido e a todo corpo docente pelos ensinamentos e valiosas contribuições, em especial, Guymmann Clay, Hudson Pacheco, Mackson Nepomuceno, Daniel Freitas, Marcelo Batista, Felipe Couto, André Moreira, Ruan Sávio, Edna Lúcia e Luiz Eduardo. E aos técnicos Joe Vitor e Wicliton Wagner por todo o suporte prestado.

RESUMO

A gelatina é um biomaterial derivado da hidrólise do colágeno, que é vastamente utilizada na indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética e fotográfica por conter propriedades gelificantes e viscoelásticas. Normalmente a gelatina é obtida pela hidrólise do colágeno de pele de mamíferos, no entanto seu consumo está atrelado a doenças como encefalopatia espongiforme bovina, assim como seu consumo é proibido por determinadas religiões como os hindus, mulçumanos e judeus. Por outro lado, o colágeno da pele do peixe Tilápia-do-Nilo não partilha desses mesmos problemas, além de que pode ser utilizado para agregar valor aos resíduos da indústria do filé, que normalmente são descartados indevidamente no meio ambiente. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi realizar a extração de gelatina obtida da pele do peixe Tilápia-do-Nilo em peles conservadas por salga e por congelamento, como também caracterizar e analisar suas características físico-químicas. As gelatinas conservadas por salga e por congelamento apresentaram resultados muito semelhantes entre elas com relação a rendimento, umidade, teor de cinzas e pH. Porém, a cor da gelatina de pele conservada por congelamento apresentou maior grau de pureza do que a gelatina de pele conservada por salga. Ficou evidente que o alto rendimento das gelatinas está relacionado com o método de pré-tratamento das peles e principalmente com o tempo de extração mais longo e temperatura mais elevada. Além disso, as gelatinas de pele conservada por salga e por congelamento obtiveram resultados como teor de cinzas, muito semelhantes ao da gelatina suína comercial abordados na literatura, evidenciando que a gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo pode vir futuramente a ser mais utilizada nas diferentes áreas industriais.

Palavras Chaves: Hidrólise. Filé. Resíduos. Indústria.

ABSTRACT

Gelatin is a derived biomaterial from collagen hydrolysis, that is widely used in the food, pharmaceutical, cosmetic and photographic industries because it contains gelling and viscoelastic properties. Gelatin is usually obtain by hydrolysis by collagen from mammalian skin. Though, its consumption is cuple up to diseases such as bovine spongiform encephalopathy, as well as its consumption is prohibited by certain religions such as Hindus, Muslims and Jews. In contrast, collagen from the skin of the Nile Tilapia fish does not share these same problems, and it can also be using to add value to waste from the fillet industry, which is usually improperly disposed of in the environment. Thus, the intention of this study was to realize the extraction of jelly obtained from the skin of the Nile Tilapia fish in skins preserved by salting and freezing, as well as to characterize and analyze their physicochemical characteristics. The gelatines preserved by salting and freezing showed very similar results among them in terms of: yield, moisture, ash content, and pH. However, the color of the skin gelatine preserved by freezing showed a higher degree of purity than the skin gelatine preserveding by salting. It became evident that the high yield of gelatines is related to the method of pre-treatment of the skins and mainly to the longer extraction times and higher temperatures. In addition, skin gelatins preserved by salting and freezing obtain results in ash content, very similar to commercial pork gelatine discussed in the literature, evidencing that Nile Tilapia skin gelatin may be more use in the future. In different industrial areas.

Key words: Hydrolysis. Fillet. Residues. Industry

.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do colágeno e a sequência de seus aminoácidos. 16
Figura 2 - Estrutura química dos principais aminoácidos que constituem o colágeno. 16
Figura 3 - Peles de Tilápia-do-Nilo antes do processo de limpeza. 24
Figura 4 - Peles de Tilápia-do-Nilo conservadas com sal de cozinha. 25
Figura 5 - Amostras de peles imersas em soluções de NaOH 0,1 mol/L. 26
Figura 6 - Peles após a higienização. 30
Figura 7 - Peles conservadas por salga, após processo de pré-tratamento básico e ácido. 31
Figura 8 - Peles conservadas por congelamento, após processo de pré-tratamento básico e ácido. 31
Figura 9 - Gelatinas gelificadas de peles conservadas de salga e congelamento, respectivamente. 32
Figura 10 - Gelatinas secas de peles conservadas de salga e congelamento, respectivamente. 32
Figura 11 - Cinzas obtidas por incineração das amostras de gelatina. 35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Rendimento da extração de gelatina.....33
Tabela 2 - Umidade em porcentagem das gelatinas gelificadas. 34
Tabela 3 - Teor de cinzas em porcentagem 35
Tabela 4 - PH das gelatinas da pele de Tilápia-do-Nilo. 37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 11

2. OBJETIVOS 13

2.1. OBJETIVO GERAL 13

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13

3. REFRENCIAL TEÓRICO 14

3.1. PELE DE TILÁPIA 14

3.2. COLÁGENO 15

3.2.1. Colágeno da pele de Tilápia-do-Nilo 17

3.3. GELATINA 18

3.3.1. Aplicações da Gelatina 18

3.4. GELATINA DA PELE DE TILÁPIA-DO-NILO 19

3.4.1. Aplicações da gelatina da pele de Tilápia-do-Nilo 20

3.5. CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA DE TILÁPIA-DO-NILO 20

3.5.1. Rendimento 20

3.5.2. Perda por Dessecação (Umidade) 21

3.5.3. Resíduo por Incineração – Cinzas 21

3.5.4. Determinação da Cor 21

3.5.5. Determinação do pH 21

4. MATERIAIS E MÉTODOS 23

4.1. MATERIAIS 23

4.2. HIGIENIZAÇÃO DAS PELES DE TILÁPIA-DO-NILO 24

4.3. PRÉ-TRATAMENTO DAS PELES DE-TILÁPIA-DO-NILO 25

4.3.1. Pré-tratamento Básico das peles de-Tilápia-do-Nilo 25

4.3.2. Pré-tratamento Ácido das peles de-Tilápia-do-Nilo 26

4.4. EXTRAÇÃO DE GELATINA DA PELE-DE-TILÁPIA-DO-NILO 26

4.5. CARACTERIZAÇÕES 27

4.5.1. Rendimento 27

4.5.2. Umidade **27**
4.5.3. Teor de Cinzas **28**
4.5.4. Determinação da cor **28**
4.5.5. Determinação do pH **29**
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO **30**
5.1. HIGIENIZAÇÃO E PRÉ-TRATAMENTO DAS PELES 30
5.2. EXTRAÇÃO DE GELATINA DA PELE-DE-TILÁPIA-DO-NILO 31
5.3. CARACTERIZAÇÕES DAS GELATINAS DA PELE-DE-TILÁPIA-DO-NILO 32
5.3.1. Rendimento **32**
5.3.2. Umidade **33**
5.3.3. Teor de Cinzas **34**
5.3.4. Determinação da cor da gelatina **36**
5.3.5. Determinação do pH **37**
6. CONCLUSÕES **38**
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **39**

1. INTRODUÇÃO

As proteínas são polímeros com significativa importância biológica, que apresentam mais de 50 aminoácidos em sua composição (GALANTE; ARAUJO, 2012). O colágeno é uma proteína fibrosa com elevado valor comercial, que pode ser extraído dos resíduos do processamento de pescado, por conter fontes potenciais de biomoléculas proteicas (OLIVEIRA *et al.,* 2017).

A gelatina é derivada da hidrólise do colágeno, e suas características dependem amplamente do colágeno utilizado (SOUZA FILHO *et al.,* 2012). Por ser um biopolímero que apresenta uma estrutura sólida, gelificante e intumescente, é utilizado para a produção de fármacos, cosméticos, nutracêuticos, alimentos e outros (SILVA *et al*., 2020).

A partir do colágeno são comumente obtidos o colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina) e o colágeno hidrolisado. O que difere o colágeno hidrolisado da gelatina é o fato do colágeno hidrolisado se dissolver na água ou salmoura, além de não demonstrar poder de gelificação na maioria dos casos (PRESTES *et al*., 2013).

Outro fato é que o colágeno geralmente é obtido a partir da pele de mamíferos. No entanto, o consumo desses animais além de estar relacionado a patologias como encefalopatia espongiforme bovina (vaca louca), também apresentam restrições religiosas para os hindus, mulçumanos e judeus. Assim, a pele de pescados como a Tilápia-do-Nilo torna-se uma alternativa eficaz para substituir as gelatinas obtidas das peles de bovinos e suínos (SANTOS *et al*., 2019). Pois, além de não haver restrições religiosas a respeito de seu uso, de acordo com Maciel (2021) há diversos estudos que demostram que o uso da pele e do colágeno da Tilápia-do-Nilo possuem propriedades medicinais capazes de contribuir para a saúde humana.

O resíduo de pescado em geral, contém uma alta quantidade de colágeno e por isso, se torna um ótimo insumo para a produção de gelatina (SOUZA FILHO *et al*., 2012). O filé é o principal produto de comercialização da indústria de pesca e é o principal responsável pela geração de resíduos nesse setor. Assim, para minimizar os danos ambientais provocados, uma forma seria agregar valor comercial a esse produto (SOUZA FILHO *et al*., 2017). Conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019) a pesca é uma atividade com elevada importância social e econômica. Ela é praticada por todo o litoral brasileiro, onde se estende por mais de 8500 km de costa.

Vários métodos como o de Souza Filho *et al.* (2017), Alfaro (2008), e Bueno *et al.* (2011), demonstram formas diferentes de extrair gelatina da pele de Tilápia-do-Nilo. No

entanto, Bordignon *et al.* (2012) analisou que ao mudar o método de conservação das peles, os resultados se distinguiam.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Extrair gelatina da pele de Tilápia-do-Nilo conservada por salga e congelamento, para analisar qual dos métodos proporciona melhores características em seu produto final.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a extração, purificação e secagem da gelatina proveniente do colágeno encontrado na pele do peixe Tilápia-do-Nilo;
- Analisar as características físico-químicas como: rendimento, umidade, teor de cinzas, cor e pH das gelatinas extraídas de peles conservadas por salga e por congelamento.

3. REFRENCIAL TEÓRICO

3.1. PELE DE TILÁPIA

Conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019) a pesca é uma atividade com elevada importância social e econômica. Além disso, o pescado é fonte de alimento com nutrientes importantes para o organismo humano, pois contém alto valor biológico em relação as proteínas que o compõe. Também contém propriedades funcionais capazes de serem usados para a elaboração de produtos â base da carne de pescado (MACARI, 2007).

A produção de tilápia do Nilo se desenvolveu 223% em dez anos, por consequência da modernização e da intensificação da produção em tanques-rede em reservatórios, assim como em viveiros escavados (MAPA, 2017). Além do mais, segundo Peixe BR (2022) a tilápia representa cerca de 63,5% da criação de peixes no país, o que o coloca como 4° maior produtor de tilápia em termos globais. A tilápia apresenta maiores índices de produção na aquicultura nacional, pois apresenta rusticidade genética, reprodução e potencial mercadológico (MONTEIRO, 2013).

Morais *et al*. (2013) diz que a alta demanda na produção de peixes para filetagem gera uma quantidade significativa de resíduos sólidos (pele, ossos, escamas, outros), que podem ser utilizadas para outros fins. Porém, na maioria dos casos, esses resíduos não são utilizados, e são descartados de maneira incorreta, o que ocasiona em um considerável prejuízo ambiental e econômico.

Consoante Morais *et al.* (2013) danos ambientais podem ser provocados pela falta de um destino adequado para os resíduos da indústria da pesca. Ele explica que 50% da massa da tilápia não é aproveitada e que deveria ser utilizada para a produção de gelatina, carne mecanicamente separada (CMS) e outros produtos que possam agregar valor à essa matéria-prima. Já Souza *et al.* (2006) evidencia que 60 a 70% do peso bruto da tilápia é descartada e que as peles constituem 4,5% a 14% desse valor.

Segundo Nascimento *et al.* (2020) a pele de Tilápia-do-Nilo é um biomaterial com propriedades microscópicas semelhantes à pele humana e por isso, é capaz de minimizar o processo de tratamento para queimaduras, quando utilizado como curativo.

A pele de tilápia pode ser reutilizada para a fabricação de produtos comerciais, já que é fonte rica em colágeno. Por esse motivo, novos estudos em animais aquáticos começaram a

ser realizados, com o intuito de ser encontrado novas formas de produzir gelatina, além das produzidas por meio de peles de bovinos e suínos (SOUZA FILHO *et al*., 2017).

A pele de tilápia vista microscopicamente, evidencia uma epiderme revestida por epitélio pavimentoso estratificado, no qual apresenta em diversos trechos, poucas camadas celulares. Como também, possui alta resistência e extensão à tração em quebra, além de sua derme ser composta por feixes organizados de fibras de colágeno denso, principalmente do tipo I (ALVES *et al*., 2015).

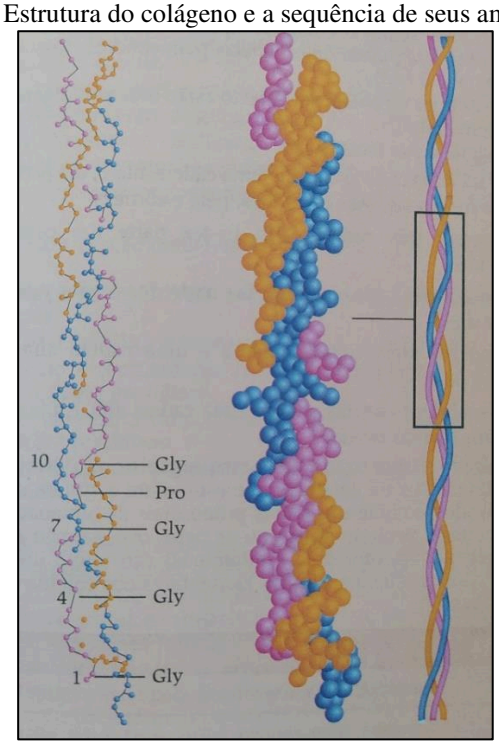
3.2. COLÁGENO

O colágeno é uma proteína de origem animal que possui propriedade terapêuticas para o organismo, com a capacidade de contribuir com a integridade estrutural dos tecidos em que está presente. Ele é encontrado nos tecidos conjuntivos do corpo, porém, o organismo começa a diminuir sua produção no início da fase adulta, o que torna a suplementação dessa proteína algo necessário. Por esse motivo, ocorreu um aumento no interesse pela aplicação industrial de colágeno em suplementos alimentares e produtos alimentícios (SILVA; PENNA, 2012).

De acordo com Galante e Araujo (2012), o colágeno quando em sua forma estrutural básica, é chamada de tropocolágeno. Sua estrutura em tripla-hélice é formada por três cadeias polipeptídicas chamadas de cadeias alfa (α), como pode ser visto na Figura 1.

.

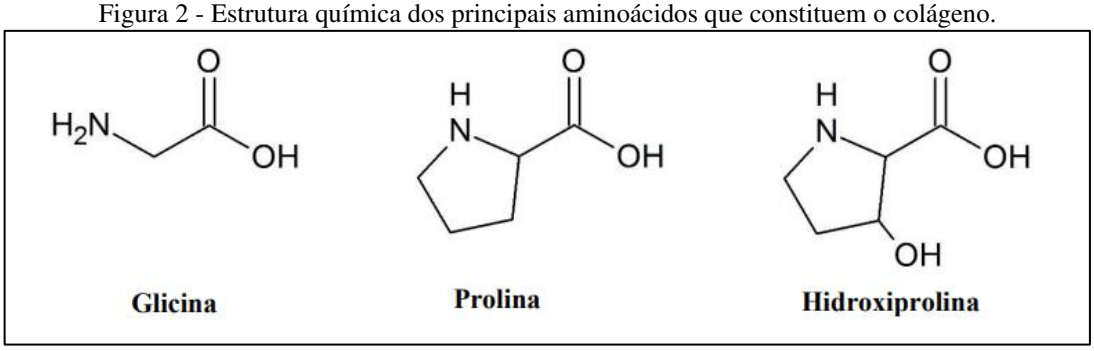
Figura 1 - Estrutura do colágeno e a sequência de seus aminoácidos.



Fonte: GALANTE; ARAUJO (2012).

Cada uma dessas cadeias α contém cerca de mil aminoácidos enroladas entre si por meio de pontes de hidrogênio. Os principais aminoácidos encontrados em sua estrutura são a glicina, prolina e hidroxiprolina (GALANTE; ARAUJO, 2012), onde suas estruturas químicas podem ser visualizadas na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura química dos principais aminoácidos que constituem o colágeno.



Fonte: SCOPEL (2016).

Conforme Oliveira *et al.* (2017), existem 29 tipos diferentes de família de colágeno em mamíferos, no qual o colágeno do Tipo I é o mais abundante em peixes de água doce e marinhos. Por esse motivo, é bastante utilizado na engenharia de tecidos. O colágeno tipo I possui duas cadeias polipeptídicas tipo α1 e uma cadeia polipeptídica tipo α2. Esse tipo de

colágeno é encontrado nos vasos sanguíneos, tendões, ossos, pele e córneas (GALANTE; ARAUJO, 2012).

Oliveira (2017) explica que é possível desdobrar a hélice do colágeno e torna-la solúvel facilmente. Mas isso irá depender da quantidade de prolina e hidroxiprolina presente na proteína e de sua temperatura de desnaturação. Galante e Araujo (2012) evidencia que a desnaturação de uma proteína ocorre por meio do processo de desorganização de sua configuração nativa, o que ocasiona em uma ruptura nas ligações mais fracas, como é o caso das pontes de hidrogênio e dissulfeto. Outro ponto, é que para cada proteína, existe uma temperatura crítica para que ela se mantenha com bom funcionamento.

3.2.1. Colágeno da pele de Tilápia-do-Nilo

A estrutura do colágeno tipo I é caracterizada por um tripeptídio, geralmente composto por glicina, prolina e hidroxiprolina. No entanto, os animais marinhos contêm uma menor quantidade de hidroxiprolina. A menor quantidade desse aminoácido está diretamente relacionada com a temperatura de degradação dessa estrutura. Os mamíferos possuem temperatura corporal superior a temperatura de degradação do colágeno. Entretanto os peixes tropicais, como é o caso da tilápia, contém uma temperatura de degradação superior ao de outros peixes e por isso, possuem temperatura de degradação superior ao do colágeno tipo I (ALVES *et al*., 2015).

De acordo com Oliveira *et al.* (2021) a utilização de colágeno de resíduos de pescado tem mostrado ser um importante ativo para a sustentabilidade e redução de impacto ambiental. Pelo fato de que, a indústria da pesca gera um número bastante elevado de subprodutos ricos em colágeno, e seu aproveitamento integral pode aumentar o faturamento das empresas e também reduzir problemas ambientais (ALFARO, 2008).

A heterogeneidade de crescimento dos peixes no período de despesca, pode ocasionar no descarte de animais que não atingiram o tamanho comercial ideal para o processo de filetagem. Uma maneira de gerar lucro para essa indústria, além de evitar possíveis danos ambientais e econômicos gerados pelo desperdício de pescados, é com a elaboração de novos produtos derivados dos resíduos de tilápia (MONTEIRO, 2013).

Conforme Silva *et al*. (2020) uso da pele de tilápia-do-Nilo para extração de colágeno e gelatina é uma alternativa mais segura, pois ela não está relacionada a doenças como encefalopatia espongiforme bovina (vaca louca). Além de que, não há proibições religiosas com relação ao seu uso, como é o caso de muitas religiões como os hindus, mulçumanos e judeus.

O colágeno extraído da pele do peixe tilápia, por conter propriedades terapêuticas, é utilizado nas áreas de cosmetologia, para a obtenção de cosméticos capazes de serem utilizados em todas as partes do corpo. Também pode ser utilizado na nutrição, para o desenvolvimento de um nutracêutico disponibilizado em forma de comprimido ou cápsula. Tal como, para a confecção de pomada e spray, com o uso em queimaduras e feridas (MACIEL, 2021).

3.3. GELATINA

A hidrólise do colágeno é a quebra de uma ligação química pela ação da água (SCOPEL, 2016). A partir do colágeno nativo pode-se obter a fibra do colágeno, colágeno hidrolisado e colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina). A conversão de colágeno nativo em gelatina, ocorre através da quebra das ligações de hidrogênio que estabilizam a tripla-hélice. Suas propriedades funcionais são divididas em propriedades gelificantes, caracterizadas por força do gel, viscosidade, espessamento, ligação de água e texturização; e por propriedades de superfície, representadas pela estabilização e formação de emulsão, filme, espuma, além de coesão e adesão (PRESTES, 2013).

Segundo Filho *et al.* (2012) a força do gel, viscosidade, umidade, cor, pH, metais pesados, pontos de gelificacão, ponto isoelétrico, fusão e microbiologia são as principais características para a determinação da qualidade de uma gelatina comercial.

Bandeira (2009) afirma que todo processo de obtenção de gelatina necessita passar por três etapas: o pré-tratamento da matéria-prima, a extração da gelatina e por fim, a purificação e secagem. Além disso, pode ser extraída de duas formas, por meio do colágeno obtido da hidrólise ácida, classificada como Tipo A ou obtida da hidrólise alcalina, classificada como Tipo B (PRESTES *et al*., 2013). No entanto, o pré-tratamento ácido é o mais comum. Durante esse pré-tratamento, a solução ácida penetra sobre estrutura da matéria-prima, fazendo o material aumentar de duas a três vezes o seu tamanho original (FERREIRA, 2013).

3.3.1. Aplicações da Gelatina

A gelatina contém aplicações na indústria alimentar, fotográfica, cosmética e farmacêutica, devido a suas propriedades gelificantes e viscoelásticas (GÓMEZ-GUILLÉN *et al*., 2011). A hidrólise do colágeno possui a característica de formação de peptídeos com propriedades antimicrobianas, antidiabéticas, antitrombóticas, antiproliferativas, antioxidantes, anticoagulantes, entre outras (OLIVEIRA *et al*., 2017).

As aplicações da gelatina na área farmacêutica são inúmeras, isso pelo fato de que ela pode ser usada para a fabricação de cápsulas de medicamentos, de suplementos alimentares e de ativos farmacêuticos. Pode ser usada também para revestimento de vitaminas, implantes oculares, dispositivos de cicatrização de feridas, preenchimentos ósseos e outros. Na odontologia e em cirurgias hospitalares, esponjas de gelatina são usadas frequentemente para conter o sangramento e melhorar o processo de cicatrização de feridas (GELITA, 2017).

A produção de filmes poliméricos feitos a partir de amido e gelatina, veio como alternativa na busca por fontes renováveis, com intuito de substituir derivados do petróleo (SCOPEL, 2016).

Outros estudos como o de Torusdag *et al*. (2021) demonstram a eficácia da criação de revestimentos comestíveis e ativos à base de gelatina, para a conservação de alimentos musculares, como também, melhorar o valor nutricional e bioativo de alimentos.

3.4. GELATINA DA PELE DE TILÁPIA-DO-NILO

Conforme o Decreto n° 9.0313 (BRASIL, 2017), a gelatina de pescado é o produto obtido por meio de proteínas naturais solúveis, coaguladas ou não, a partir da hidrólise do colágeno que se encontra nos tecidos de pescado como ossos, peles, cartilagens e bexiga natatória.

Bueno *et al*. (2011) realizou uma análise comparativa entre a gelatina de pele de tilápia e a gelatina suína. Foi observado que as micropartículas coacervadas obtidas com gelatina de pele de tilápia demonstraram diâmetro médio, distribuição de tamanho e morfologia semelhantes as a da gelatina suína em estudo. A integridade das micropartículas das gelatinas de pele de tilápia e suínas não foram comprometidas quando passaram pelo processo de secagem por liofilização, indicando a utilização potencial para a gelatina de peixe e o aproveitamento de sua pele.

Um parâmetro importante para determinar o valor comercial da gelatina é por meio da análise de sua viscosidade. Visto que, gelatinas com alta viscosidade resultam em géis consistentes e extensíveis, enquanto gelatinas de viscosidade baixa, resultam em géis frágeis (BANDEIRA, 2009).

Bordignon *et al*. (2012) comparou amostras de gelatina de pele de tilápia conservada por congelamento e por salga. Os resultados demonstraram que amostra de gelatina de pele salgada obteve resultados mais elevados para força do gel e viscosidade, do que a amostra de gelatina de pele congelada. Como também, foi notado que o perfil molecular da gelatina de pele

congelada foi inferior, o que indicou grande degradação do colágeno ocasionado pelo método de conservação.

3.4.1. Aplicações da gelatina da pele de Tilápia-do-Nilo

Leite (2021) desenvolveu hidrogéis à base de gelatina extraída de pele de Tilápia-do-Nilo, associados com hidroxiapatita e k-carragenna para aplicações biotecnológicas. Seus resultados demonstraram que esses hidrogéis possuíam grande potencial para serem utilizados no processo de regeneração óssea.

Além disso, Sun *et al*. (2013) avaliaram o efeito de peptídeos de gelatina de tilápia (TGP) em danos induzidos por UV à pele de camundongos. O estudo evidenciou que o TGP pode aliviar as alterações anormais induzidas por UV de indicadores antioxidantes, além de proteger os lipídios e o colágeno da pele dos danos causados pela radiação UV.

Segundo Nunes (2014), a gelatina de pele de tilápia junto com amido de milho, pode ser usada para a produção de bioblendas poliméricas. Assim como também, a gelatina de tilápia pode ser utilizada como matéria-prima na produção filmes biodegradáveis como alternativa para substituir plásticos convencionais, que são responsáveis pela geração de muitos resíduos no meio ambiente (SANTOS, 2017).

3.5. CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA DE TILÁPIA-DO-NILO

3.5.1. Rendimento

O rendimento da gelatina pode ser obtido pela relação entre a massa seca da gelatina e a massa úmida das peles utilizadas. Dessa maneira, a obtenção de rendimentos maiores no processo de extração da gelatina de tilápia-do-Nilo é fundamental, pois permite viabilizar sua utilização como potencial fonte de produção. Diante disso, a utilização de temperaturas elevadas, juntamente com o prolongamento de extração são fatores importantes que podem provocar maior hidrólise do colágeno, ocasionando em maiores rendimentos. Porém, pode provocar redução da viscosidade e da força de gel (ALFARO, 2008). Do mesmo modo, a fonte de extração e o tipo de processamento utilizado para a obtenção do produto final, podem afetar significativamente no rendimento desejado (SOUZA FILHO *et al*., 2017).

3.5.2. Perda por Dessecação (Umidade)

Segundo os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008), a umidade refere-se à perda de massa de um produto quando ele é submetido a condições de aquecimento, fazendo então com que a água e outras substâncias voláteis presentes no produto, sejam removidas. Dessa forma, pode-se obter o valor da umidade de um material, por meio da técnica de perda por dessecação, que consiste em pesar a massa inicial da amostra do produto, aquece-lo, pesa-lo novamente e repetir o processo até que as amostras tenham massa constante.

3.5.3. Resíduo por Incineração – Cinzas

De acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008), o resíduo por incineração ou cinzas representa toda a substância inorgânica presente na amostra de um material. Esse resíduo pode ser obtido por meio do aquecimento do material em temperatura próxima a 550-570 °C, resultando na obtenção de cinzas brancas ou levemente acinzentadas da massa final da amostra incinerada.

O máximo teor de cinzas recomendado para a gelatina é de 2,6 %. Além disso, o teor de cinzas está relacionado com vários fatores, como a alimentação do animal, pH, fertilidade, microbiologia dentre outros fatores (FERREIRA, 2013).

3.5.4. Determinação da Cor

Uma forma de terminar a cor da gelatina é por análise visual (FERREIRA, 2013). A cor das gelatinas comerciais varia entre amarelo pálido a âmbar escuro (ALFARO, 2008).

Souza Filho *et al.* (2012) explica que a transparência indica quanto de luz foi absorvida, o que significa que quanto maior a pureza, menor será a absorção de luz.

3.5.5. Determinação do pH

É possível obter o pH de um material líquido através da medição direta do pH por processo eletrométrico (INSTITUTO ADOLFO LUTS, 2008). Ferreira (2013) explica que o pH das gelatinas está relacionado como o extrator utilizado no pré-tratamento. Um pH muito baixo significa que o material está mais suscetível a degradação por microrganismos (SOUZA

FILHO *et al*., 2012). Além do mais, a obtenção de uma gelatina com pH natural mais elevado, deve-se principalmente ao fato de que o processo de lavagem e os tratamentos químicos durante a preparação das peles foram eficientes (ALFARO, 2008).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. MATERIAIS

Este trabalho foi executado no laboratório de Química Geral, assim como no Laboratório de Química Aplicada à Engenharia e no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Caraúbas. Todos os equipamentos e reagentes foram disponibilizados pela própria instituição, os quais pode ser visto no Quadro 1 e Quadro 2, respectivamente.

Quadro 1 - Equipamentos utilizados para a execução da metodologia.

Equipamentos	**Fabricante**
Agitador Mecânico	Edutec Modelo EEQ-9034
Balança Analítica	Shimadzu Modelo AUY220
Banho Maria	Nova Instruments
Estufa	Solab Científica
Mufla	Novus
pHmetro	Instrutherm
Refrigerador	Consul Facilite
Termômetro	Incoterm

Fonte: Autoria Própria (2022).

Quadro 2 - Reagentes utilizados para a execução da metodologia.

Reagentes	**Fabricante**
Ácido acético (CH_3COOH)	Impex
Ácido Clorídrico (HCl)	Dinâmica
Água destilada	UFERSA
Hidróxido de Sódio (NaOH)	Isofar
Sal de Cozinha	Sal Cavalinho

Fonte: Autoria própria

4.2. HIGIENIZAÇÃO DAS PELES DE TILÁPIA-DO-NILO

As peles de Tilápia-do-Nilo foram obtidas através de um empreendedor local do munícipio de Caraúbas/RN. A extração de gelatina com pele de Tilápia-do-Nilo foi adaptada da metodologia de Souza Filho *et al*. (2017), como também da metodologia de Bueno *et al.* (2011).

As peles foram fornecidas ainda com as escamas e com músculos, como pode ser visto na Figura 3. Todo o processo de limpeza da matéria-prima foi realizado de forma manual, utilizando uma faca.

Figura 3 - Peles de Tilápia-do-Nilo antes do processo de limpeza.

Fonte: Autoria própria (2022).

Em seguida, uma parte das peles higienizadas foram conservadas por salga, enquanto a outra parte foi conservada por congelamento.

As peles conservadas por salga foram armazenas em um recipiente de plástico por cinco dias, para sua conservação. Para evitar a possível deterioração das peles, colocou-se uma camada de sal no recipiente e outra de pele até que todas estivessem cobertas por sal, como pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 - Peles de Tilápia-do-Nilo conservadas com sal de cozinha.

Fonte: Autoria própria (2022).

Já as peles conservadas por congelamento, após passarem pelo processo de higienização citado anteriormente, foram armazenadas em recipientes de plástico dentro de freezer doméstico à -18 ± 2 °C por cinco dias.

4.3. PRÉ-TRATAMENTO DAS PELES DE-TILÁPIA-DO-NILO

As peles conservadas por salga, após passarem pelo processo de conservação por cinco dias, foram lavadas com água corrente e água destilada com o intuito de retirar os resquícios de sal presentes nas peles. O mesmo procedimento foi realizado para as peles conservadas por congelamento, com o objetivo de retirar possíveis impurezas.

Posteriormente, foram realizados dois tratamentos antes da extração da gelatina, um pré-tratamento básico com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L) e um tratamento ácido com uma solução de ácido acético (CH_3COOH 0,1 mol/L) para as peles conservadas por salga e para as peles conservadas por congelamento.

4.3.1. Pré-tratamento Básico das peles de-Tilápia-do-Nilo

No tratamento básico foi utilizado 25 g de pele para 100 mL de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L). A mistura foi agitada com o auxílio de um agitador

mecânico com rotação de aproximadamente 60 RPM, por 30 minutos, como pode ser visto na Figura 5.

Figura 5 - Amostras de peles imersas em soluções de NaOH 0,1 mol/L.

Fonte: Autoria própria (2022).

Logo após foi retirada as peles da solução e colocadas em água corrente por 1 minuto. Após isso, limpou-se novamente as peles com água destilada para retirar o máximo possível de resquícios de solução de NaOH 0,1 mol/ L.

4.3.2. Pré-tratamento Ácido das peles de-Tilápia-do-Nilo

Após as peles passarem pelo pré-tratamento básico com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L), elas foram imersas em uma solução de 100 mL de ácido acético (CH_3COOH 0,1 mol/L) e colocadas novamente sob agitação de aproximadamente 60 RPM com ajuda de um agitador mecânico por 30 minutos. Posteriormente, as peles foram retiradas da solução e então novamente foram lavadas em água corrente por 1 minuto, para em seguida serem lavadas com água destilada. O intuito é remover o excesso de ácido presentes nas peles.

4.4. EXTRAÇÃO DE GELATINA DA PELE-DE-TILÁPIA-DO-NILO

As extrações das gelatinas foram realizadas com base na metodologia de Souza Filho *et al.* (2017) e na de Bueno *et al*. (2011), todas com adaptações.

Após o pré-tratamento, as peles foram imersas em 100 mL de água destilada e colocadas em banho Maria à 60 ± 2 °C por 2 horas.

Para a remoção dos resíduos sólidos utilizou-se uma peneira, onde os sobrenadantes foram armazenados em recipientes de plástico. Em seguida armazenadas em refrigerador, com o objetivo de adquirir gelatinas gelificadas necessárias para as caracterizações.

Posteriormente, foram submetidas ao processo de secagem em estufa com circulação forçada à 50 ± 2 °C, até que obtivesse aspecto de filme. Feito isso, as gelatinas secas foram processadas mecanicamente para então serem caracterizadas. Esse processo foi realizado para as peles conservadas por salga e para as peles conservadas por congelamento.

4.5. CARACTERIZAÇÕES

4.5.1. Rendimento

Para calcular o rendimento das gelatinas de pele conservada por salga e por congelamento, utilizou-se a relação entre a massa da gelatina seca, obtida no processo de secagem em estufa e a massa da pele de tilápia úmida, em porcentagem (ALFARO, 2008). Logo, o rendimento das amostras foi obtido de acordo com a Equação 1.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Massa da gelatina seca}}{\text{Massa da pele úmida}} \times 100 \quad (1)$$

4.5.2. Umidade

A determinação da umidade das gelatinas de pele conservada por salga e por congelamento foi realizada através do método de dessecação, de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Primeiramente pesou-se 5 g de amostra gelificada de gelatina de pele conservada por salga e 5 g de gelatina gelificada de pele conservada por congelamento em cápsula de porcelana, previamente tarada, a 105 ± 2 °C por 3 horas. Em seguida, resfriou-se as amostras em dessecador até temperatura ambiente. Logo após o procedimento, foi repetido novamente até que as massas das amostras permanecessem constantes. O cálculo da umidade em porcentagem foi realizado por meio da equação 2.

$$Umidade = 100 \times \frac{\text{n° de gramas de umidade}}{\text{n° de gramas da amostra}} \quad (2)$$

Onde número de gramas de umidade é a diferença entre a massa da gelatina pesada (5 g), menos a massa da gelatina seca após a secagem na estufa a 105 ± 2 °C.

4.5.3. Teor de Cinzas

A determinação do teor de cinzas das gelatinas secas de pele conservada por salga e por congelamento foi realizada através do método de incineração, conforme os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

As cápsulas de porcelana utilizadas para as pesagens das amostras de gelatina de pele conservada por salga e por congelamento foram, primeiramente, lavadas com água corrente, imersas em uma solução de Ácido clorídrico (HCl 1 mol/L) por 15 minutos, depois aquecidas em mufla à 550 ± 2 °C por 1 hora. Elas foram resfriadas em dessecador até atingirem temperatura ambiente para posterior pesagem.

Após isso, foram aquecidas 4 g de cada amostra de gelatina seca na mufla à 550 ± 2 °C, por 2 horas, até a eliminação completa do carvão e a obtenção de cinzas brancas. Posteriormente, as amostras foram resfriadas em dessecador por 1 hora, para em seguida serem pesadas juntamente com as cápsulas de porcelana. O cálculo de teor de cinzas foi realizado por meio da Equação 3.

$$\text{Cinzas} = 100 \times \frac{\text{n° de gramas de cinzas}}{\text{n° de gramas da amostra}} \quad (3)$$

Onde o número de gramas de cinzas é a diferença entre a massa da cápsula de porcelana com as cinzas brancas, menos a massa da cápsula de porcelana.

4.5.4. Determinação da cor

A cor das amostras de gelatinas gelificadas e das amostras de gelatinas secas em estufa, foram determinadas através de análise visual, de acordo com a metodologia descrita por Ferreira (2013), no qual verificou-se a aparência geral, brilho, luminosidade e tonalidade.

4.5.5. Determinação do pH

Segundo Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008) para a determinação do pH de uma amostra líquida, determina-se o pH diretamente com o aparelho de medição. Dessa forma, como as gelatinas estavam gelificadas, pesou-se 10 g da amostra de gelatina conservada por salga e 10 g da amostra de gelatina conservada por congelamento, onde em seguida foram colocadas em banho-Maria à 90 ± 2 °C até que estivessem líquidas. Após o resfriamento, à temperatura ambiente, o pH de cada uma das amostras foram medidas com um auxílio de pHmetro.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa do trabalho, serão abordados os resultados obtidos durante todo o processo de obtenção das gelatinas de pele conservada por salga e por congelamento. Assim como para os resultados dos métodos de caracterizações realizadas.

5.1. HIGIENIZAÇÃO E PRÉ-TRATAMENTO DAS PELES

As peles após passarem pelo processo de limpeza, em que foram retirados as escamas e os músculos, podem ser vistas na Figura 6.

Figura 6 - Peles após a higienização.

Fonte: Autoria própria (2022).

As peles após passarem pelo pré-tratamento básico e ácido aumentaram de tamanho, obtiveram aspecto gelatinoso e ficaram levemente transparentes. No entanto, foi percebido que as peles conservadas por congelamento, Figura 8, tiveram essas características levemente mais acentuadas do que as peles conservadas por salga, como pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Peles conservadas por salga, após processo de pré-tratamento básico e ácido.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 8 - Peles conservadas por congelamento, após processo de pré-tratamento básico e ácido.

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2. EXTRAÇÃO DE GELATINA DA PELE-DE-TILÁPIA-DO-NILO

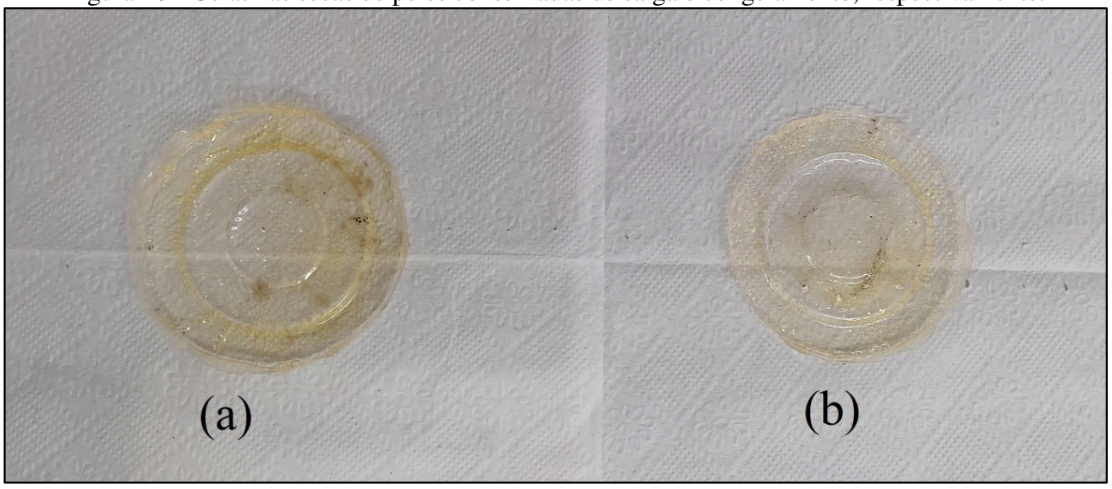
As gelatinas gelificadas de pele conservada por salga e por congelamento podem ser vistas na Figura 9. Onde a Figura 9 (a) se refere a amostra de gelatina conservada por salga e a Figura 9 (b) mostra a gelatina conservada por congelamento.

Figura 9 - Gelatinas gelificadas de peles conservadas de salga e congelamento, respectivamente.

Fonte: Autoria própria (2022).

As gelatinas secas de pele conservada por salga e por congelamento podem ser vistas na Figura 10. Sendo a Figura 10 (a) a amostra referente a gelatina conservada por salga e a Figura 10 (b) a amostra de gelatina conservada por congelamento.

Figura 10 - Gelatinas secas de peles conservadas de salga e congelamento, respectivamente.



Fonte: Autoria própria (2022).

5.3. CARACTERIZAÇÕES DAS GELATINAS DA PELE-DE-TILÁPIA-DO-NILO

5.3.1. Rendimento

O rendimento da extração de gelatina de Tilápia-do-Nilo, foi calculada utilizado a Equação 1, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Rendimento da extração de gelatina

Amostra	Massa das peles úmidas (g)	Massa da gelatina seca (g)	Rendimento (%)
Gelatina conservada por salga	25,0405	4,7980	19,1609
Gelatina conservada por congelamento	25,0278g	4,8569	19,4060

Fonte: Autoria própria (2022).

O rendimento para a gelatina de pele conservada por salga foi de 19,1290 % enquanto o da gelatina de pele conservada por congelamento foi de 19,4060 %. Percebe-se que o valor de rendimento da amostra de pele congelada foi superior ao da amostra de pele salgada, como também, foram superiores ao valor de rendimento encontrado por Souza Filho *et al.* (2017), que apresentou valor médio de 17,50 %. Isso pode ter ocorrido pelo fato do tempo e da temperatura de extração da gelatina utilizado por eles ter sido inferior aos valores utilizados neste trabalho. Eles, Souza Filho *et al.* (2017), extraíram a gelatina de tilápia-do-Nilo utilizando o tempo de 1 hora e temperatura de 50 ºC. Já no presente trabalho, a extração foi realizada com 2 horas e com temperatura de 60 ºC.

Outro fator determinante é o pré-tratamento ou método de extração (ALFARO, 2008; FERREIRA *et al*., 2017). O rendimento do trabalho obtido por Souza Filho *et al.* (2012) foi de 15 %, enquanto o de Bueno *et al.* (2011) foi de 18,30 % e o de Alfaro (2008) foi de 5,10 %.

Além disso, Martins *et al.* (2015) extraiu gelatina de escamas da Tilápia-do-Nilo, obtendo um rendimento de 10 %.

Silva *et al*. (2011) extraiu gelatina das peles de cabeças de carpas, no qual obteve rendimentos que variaram entre 1,5 % e 2,3 %.

Rojas e Gozzo (2017) teve rendimento de 1,66 a 5,94 % de gelatinas extraídas de pé e couro suíno.

5.3.2. Umidade

Os valores em porcentagem da umidade das amostras de gelatinas gelificadas encontradas a partir da Equação 2 podem ser vistas na Tabela 2.

Tabela 2 - Umidade em porcentagem das gelatinas gelificadas.

Amostra	Massa da amostra (g)	Massa de umidade (g)	Umidade (%)
Conservada por Salga	5,0343	4,9024	97,3799
Conservada por c Congelamento	5,0432	4,9811	98,7686

Fonte: Autoria própria (2022).

A gelatina gelificada de pele conservada por salga apresentou valor de umidade de 97,3799 % enquanto o da gelatina gelificada de pele conservada por congelamento apresentou valor de 98,7686 %, corroborando com os valores encontrados na literatura, onde os resultados obtidos por Bordignon *et al*. (2012) foram de 97,68 % para gelatina de pele congelada e 96,08 % para gelatina de pele salgada. Segundo Veloso *et al.* (2004) a umidade de um alimento tem elevada importância pois está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, o que pode afetar seu armazenamento, processamento e embalagens. Pois quanto maior a umidade, maior a possibilidade de deterioração do alimento.

Todavia, os valores descritos nas literaturas para umidade de gelatina de pele de tilápia geralmente são inferiores aos valores descritos neste trabalho, pois utilizam gelatinas secas ao invés de gelatina gelificadas. Alfaro (2008) obteve valor de umidade de 15 %, diferentemente de Bueno *et al.* (2011) que obteve valor de 9,3 %.

Martins *et al.* (2015) apresentou umidade de 15,16 % para gelatinas extraídas de escamas de Tilápia-do-Nilo.

Rojas e Gozzo (2017) obteve valores entre 6,85 e 10,23 % para umidade de gelatina de pés e couro suíno. A literatura diz que a gelatina suína comercial tem umidade de 10,5 % (BUENO *et al.,* 2011).

Já Ferreira (2013) extraiu gelatina de pés de frango e obteve valor de umidade entre 91,1 a 97,7 % (gelatina gelificada).

5.3.3. Teor de Cinzas

As cinzas brancas obtidas da incineração das gelatinas podem ser visualizadas na Figura 11. A Figura 11 (a) apresenta as cinzas da gelatina de pele conservada por salga e a Figura 11 (b) apresenta as cinzas de gelatina de pele conservada por congelamento.

Figura 11 - Cinzas obtidas por incineração das amostras de gelatina.

Fonte: Autoria própria (2022).

A partir disso, os teores de cinzas obtidos de acordo com a Equação 3, podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Teor de cinzas em porcentagem

Amostra	**Massa da amostra (g)**	**Massa das cinzas (g)**	**Teor de cinzas (%)**
Conservada por salga	4,0047	0,0084	0,2097
Conservada por congelamento	4,0262	0,0049	0,1217

Fonte: Autoria própria (2022)

O teor de cinzas encontrado para a amostrada de gelatina seca de pele tilápia conservada por salga foi de 0,2097 %, enquanto o teor de cinzas para a amostra de gelatina seca conservada por congelamento foi de 0,1217 %. Segundo Ferreira (2013) máximo de teor de cinzas recomendado é de 2,6 %. Uma provável explicação para esse trabalho ter o teor tão baixo em comparação com os demais trabalhos sobre gelatina extraída da mesma matéria prima, deve-se à metodologia utilizada. Além de que também pode estar relacionado com o pH, fertilidade, alimentação do animal, assim como outros fatores (FERREIRA, 2013).

As cinzas representam as substâncias minerais encontradas nos alimentos. Elas frequentemente são utilizadas como parâmetro geral de medida de qualidade (VELOSO *et al*., 2004).

Bordignon *et al*. (2012) obteve teor de cinzas para a gelatina de pele congelada de 2,31 %, enquanto o da gelatina de pele salgada foi de 3,03 %. Já o teor de cinzas para gelatina congelada encontrado por Alfaro (2008) foi de 2,10 %, diferentemente do valor encontrado por Bueno *et al.* (2011) que foi de 1,8 %.

Martins *et al.* (2015) obteve teor de cinzas de 5,39 % de gelatina extraídas de escama de tilápia-do-Nilo.

Já Ferreira (2013), encontrou teor de cinzas em gelatina de pés de frango de 1,0 a 1,90 %.

Entretanto, segundo os estudos de Bueno *et al*. (2011), o teor de cinzas da gelatina suína comercial é de 0,2 %,

5.3.4. Determinação da cor da gelatina

O Quadro 3 demonstra os resultados da avaliação da cor das amostras de gelatinas, segundo a avaliação descrita por Ferreira (2013). De acordo com as Figuras 9 e 10 pôde-se determinar a cor das gelatinas gelificadas e secas, respectivamente.

Quadro 3 - Análise da cor da gelatina

Amostra	**Gelatina gelificada**	**Gelatina seca**
Conservada por salga	Levemente amarelada e levemente opaca	Amarelada e levemente opaca
Conservada por congelamento	Levemente Esbranquiçada e com brilho	Levemente amarelada e com brilho

Fonte: Autoria própria (2022)

As gelatinas de pele conservada por salga tanto gelificadas quanto secas, apresentaram cor mais amarelada e opacas do que as gelatinas de pele conservada por congelamento, que demonstraram cor levemente esbranquiçada, quase transparentes e muito mais brilho quando gelificadas. De acordo com Souza Filho *et al*. (2012) as gelatinas de pele congelada demonstraram maior pureza, devido ao fato de que a transparência indica quanto de luz foi absorvida, logo, quanto maior a pureza menor absorção de luz.

A gelatina gelificada de pele de tilápia extraída por Alfaro (2008) apresentou coloração amarela e brilhosa. Já as gelatinas extraídas por Souza Filho *et al*. (2012) e Souza Filho *et al*. (2017) apresentaram cor amarelo escuro e cor esbranquiçada, respectivamente. Enquanto as gelatinas de pés de frango extraídas por Ferreira (2013) variaram entre amarelo escuro e esbranquiçado.

5.3.5. Determinação do pH

O pH das amostras podem ser visualizados na Tabela 4. Como pode ser visto, a gelatina de pele conservada por congelamento apresentou pH semelhante ao da gelatina de pele conservada por salga.

Tabela 4 - pH das gelatinas da pele de Tilápia-do-Nilo.

Amostra	**pH**
Conservada por salga	4,83
Conservada por congelamento	4,50

Fonte: Autoria própria (2022)

Para os trabalhos de Alfaro (2008) que extraiu gelatina de pele de Tilápia-do-Nilo, o pH obtido foi de 4,66. Martins (2015), extraiu gelatina de escamas de Tilápia-do-Nilo e obteve pH de 4,41, já Rojas e Gozzo (2017) obtiveram valores de pH entre 5,3 a 5,8 de gelatina extraída de pés e couro suíno e Ferreira (2013) obteve pH de gelatina de pés de frango que variaram entre 2,60 a 4,34 %, onde todos utilizaram o método de congelamento.

6. CONCLUSÕES

Por meio dos dados obtidos, as peles de Tilápia-do-Nilo mostraram ser uma boa alternativa para a obtenção de gelatina. Além de que, os resultados demonstraram que o tempo de extração, forma de pré-tratamento e temperatura utilizada, influenciam em seu rendimento final.

A melhor gelatina para consumo é àquela que apresenta estado físico sólido (seca), pois sua umidade está em torno de 10 % de acordo com a literatura. Já a gelatina gelificada apresenta umidade superior a 90 % seja ela conservada por salga ou por congelamento. Logo, quanto maior a umidade maior a possibilidade de deterioração dela, pois a umidade está relacionada com estabilidade, qualidade e composição do alimento.

As gelatinas de pele conservada por salga e por congelamento apresentaram características semelhantes. Entretanto, a gelatina de pele conservada por congelamento demonstrou maior pureza do que a gelatina de pele conservada por salga.

Futuramente a gelatina obtida de pele da Tilápia-do-Nilo, seja ela conservada por congelamento ou por salga, pode vir a ser utilizada na indústria, uma vez que seus valores foram próximos aos valores da gelatina suína, que apresenta teor de cinzas em torno de 0,2 %, muito semelhante aos valores de teor de cinzas obtidos neste trabalho, sendo esses de 0,1 % (conservada por congelamento) e 0,2 % (conservada por salga).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFARO, A. D. T. **OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA DE PELE DE TILÁPIA (Oreochromis urolepis hornorum)**. 2008. 134 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia Agroindustria, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelota, 2008. Disponível em: http://livros01.livrosgratis.com.br/cp057445.pdf. Acesso em: 01 maio 2022.

ALVES, A. P. N. N. *et al.* Avaliação microscópica, estudo histoquímico e análise de propriedades tensiométricas da pele de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Queimaduras**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil., v. 14, n. 3, p. 203-210, dez./2015. Disponível em: http://rbqueimaduras.org.br/details/263/pt-BR/avaliacao-microscopica--estudo-histoquimico-e-analise-de-propriedades-tensiometricas-da-pele-de-tilapia-do-nilo. Acesso em: 6 mar. 2022.

BANDEIRA, S. F. **EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA GELATINA OBTIDA DE CABEÇAS DE CARPA (Aristichthys mobilis)**. 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009. Disponível em: http://www.repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/2450/dissertao%20sidney%20fernandes%20bsandeira.pdf?sequence=1. Acesso em: 1 mar. 2022.

BORDIGNON, A. C. *et al.* Aproveitamento de peles de tilápia-do-nilo congeladas e salgadas para extração de gelatina em processo batelada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Maringá, v. 41, n. 3, p. 473-478, mai./2012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbz/a/8MvX7XpSkVLdgH5qTGBK4yR/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 19 mai. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**: Dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2017/decreto-9013-29-marco-2017-784536-publicacaooriginal-152253-pe.html. Acesso em: 20 mai. 2022.

BUENO, C. M. *et al.* Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 65-73, mar./2011. Disponível em: https://silo.tips/download/resumo-autores-authors-13. Acesso em: 19 mai. 2022.

FERREIRA, M. F. **EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE GELATINA PROVENIENTE DE SUBPRODUTOS DO FRANGO: PÉS**. 2013. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Superior de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013. Disponível em: http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6794/2/CM_COEAL_2012_2_07.pdf. Acesso em: 29 maio 2022.

GALANTE, F.; ARAÚJO, M. V. F. D. **FUNDAMENTOS DE BIOQUÍMICA:** PARA UNIVERSITÁRIOS, TÉCNICOS E PROFISSIONAIS DA ÁREA DE SAÚDE. 1. ed. SÃO PAULO: RIDEEL, 2012. p. 6-495.

GELITA. **GELATINA FARMACÊUTICA GELITA – O PADRÃO DA INDÚSTRIA**. Disponível em: https://www.gelita.com/de/node/664. Acesso em: 22 mai. 2022.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. *et al*. Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review. **Food Hydrocolloids**, Madrid, v. 25, n. 8, p. 1795-2018, fev./2011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/journal/food-hydrocolloids/vol/25/issue/8. Acesso em: 4 mai. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008. P. 1-1000.

LEITE, L. A. **HIDROGÉIS DE GELATINA DE TILÁPIA (Oreochromis niloticus) ASSOCIADOS COM HIDROXIAPATITA E κ-CARRAGENANA: UM NOVO MATERIAL PARA APLICAÇÕES BIOTECNOLÓGICAS**. 2021. 120 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Pesca, Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/64020. Acesso em: 20 maio 2022.

MACARI, S. M. **DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO DE EMBUTIDO COZIDO À BASE DE TILÁPIA DO NILO (Oreochromis niioticus)**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/29784/R%20-%20D%20-%20SONIA%20MARA%20MACARI.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 06 jun. 2022.

MACIEL, E. Iniciadas na UFC, pesquisas com pele de tilápia já são aplicadas à odontologia, nutrição e cosmética, além de 13 especialidades médicas. **UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**, 2021. Disponível em: https://www.ufc.br/noticias/15386-iniciadas-na-ufc-pesquisas-com-pele-de-tilapia-ja-sao-aplicadas-a-odontologia-nutricao-e-cosmetica-alem-de-13-especialidades-medicas. Acesso: 1 mar. 2022.

MARTINS, M. E. D. O. *et al*. Obtenção de Gelatina a partir de Escama de Tilápia (Oreochromis niloticus): Características Químicas e Físico-químicas. **Embrapa Agroindústria Tropical**: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Fortaleza, p. 4-20, NOV./2015. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1031854/1/BPD15013.pdf. Acesso em: 9 jun. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Pesca no Brasil**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/pesca/pesca-no-brasil. Acesso em: 6 jun. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Produção de tilápia cresceu 223% em dez anos**. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-tilapia-cresceu-80-em-dez-anos. Acesso em: 6 jun. 2022.

MORAIS, J. P. S. *et al*. Balanço de Massa na Obtenção de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Tilápia. **Embrapa Agroindústria Tropical**: Documentos, Fortaleza, p. 1-14,

dez./2013. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103036/1/DOC13010.pdf. Acesso em: 6 mar. 2022.

MONTEIRO, M. L. G. **Aproveitamento de resíduos de tilápia (Oreochromis niloticus) para elaboração de novos produtos com valor agregado**. 2013. 178 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013. Disponível em: http://higieneveterinaria.uff.br/wp-content/uploads/sites/270/2020/07/marialucia.pdf. Acesso em: 01 maio 2022.

NASCIMENTO, A. B. D. *et al.* O USO DA PELE DE TILÁPIA NO TRATAMENTO DE QUEIMADURAS. **Temas em Saúde**, João Pessoa, v. 2, n. 9, p. 128-143, mai./2020. Disponível em: https://temasemsaude.com/wp-content/uploads/2020/05/art-06-FSM.pdf. Acesso em: 06 mar. 2022.

NUNES, Y. L. **PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOBLENDAS POLIMÉRICAS A PARTIR DE GELATINA BOVINA E DE TILÁPIA COM AMIDO DE MILHO**. 2014. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/12848/1/DesenvolvimentoBioblendasPolim%c3%a9ricas_Nunes_2014.pdf. Acesso em: 19 maio 2022.

OLIVEIRA, V. D. M. *et al.* Colágeno: características gerais e produção de peptídeos bioativos - uma revisão com ênfase nos subprodutos do pescado. **ActaFich**, Pernambuco, v. 5, n. 2, p. 56-68, jul./2017.

OLIVEIRA, V. D. M. *et al.* 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.** p. 1-28. 15 jan. 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022286020313466?via%3Dihub. Acesso em: 04 maio 2022.

OLIVEIRA, J. M. D. **GÉIS DE COLÁGENO E GELATINA DO RESÍDUO DA TILÁPIA (Oreochromis niloticus) PARA INCORPORAÇÃO E LIBERAÇÃO CONTROLADA IN VITRO DA ASTAXANTINA**. 2017. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/31601/3/2017_dis_jmoliveira.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

PEIXE BR: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA. **Anuário 2022:** Peixe BR da Piscicultura. São Paulo, 2022.

PRESTES, R. C. Colágeno e Seus Derivados: Características e Aplicações em Produtos Cárneos. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, Rio Grande do Sul, v. 15, n. 1, p. 65-74, mar./2013.

PRESTES, R. C. *et al.* CARACTERIZAÇÃO DA FIBRA DE COLÁGENO, GELATINA E COLÁGENO HIDROLISADO. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 375-382, dez./2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Aniela-Kempka/publication/277692188_CARACTERIZACAO_DA_FIBRA_DE_COLAGENO_GELATINA_E_COLAGENO_HIDROLISADO/links/5c90f18ea6fdcc38175d0996/CARACTERIZACAO-DA-FIBRA-DE-COLAGENO-GELATINA-E-COLAGENO-HIDROLISADO.pdf Acesso em: 6 mar. 2022.

ROJAS, V. M.; GOZZO, A. M. Extração e caracterização de gelatina de subprodutos suínos. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n.2, p. 98-115, abr./jun. 2017.

SANTOS, F. V. D. *et al*. PRODUÇÃO DE COLÁGENO EM PÓ A PARTIR DA PELE E DO ESPINHAÇO DE TILÁPIA DO NILO. IN: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 2019, Maringá. **Anais Eletrônicos** [...] Maringá: UNICESUMAR, 2019. Disponível em: https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/3372/1/FABR%C3%8DCIO%20VIEIRA%20DOS%20SANTOS.pdf. Acesso em: 28 fev. 2022.

SANTOS, G. T. D. **Filmes poliméricos biodegradáveis a partir de gelatina extraída da pele de tilápia-do-Nilo**. 2017. 43 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2017. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4572/2/Gislaine_Santos_2017.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022

SCOPEL, B. S. **OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES POLIMÉRICOS A PARTIR DE AMIDO DE MILHO E DE GELATINA RECUPERADA DE RESÍDUOS DE COURO CURTIDO AO CROMO (III)**. 2016. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Processos e Tecnologias, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016. Disponível em: https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/1173/Dissertacao%20Bianca%20Santinon%20Scopel.pdf?sequence=4 . Acesso em: 04 jun. 2022.

SILVA, J. C. *et al*. COLÁGENO, GELATINA E SUAS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UMA VISÃO GERAL FOCANDO NA MATÉRIA-PRIMA DA PISCICULTURA. In: Congresso Internacional da Agroindústria, 2020, Recife. **Anais** [...] Recife: Instituto IDV, 2020. Disponível em: https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/748.pdf. Acesso em: 6 mar. 2022.

SILVA, T. F. D; PENNA, A. L. B. Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais. **Revista do instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 437-614, set./2012. Disponível em: https://periodicos.saude.sp.gov.br/index.php/RIAL/issue/view/2107/410. Acesso em: 2 mar. 2022.

SILVA, R. D. S. G. D. Extração de gelatina a partir das peles de cabeças de carpa comum. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 4, n. 5, p. 904-909, mar./2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/yrS4qwCDTLLxZndLbgsybCp/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 9 jun. 2022.

SOUZA FILHO, M. D. S. M. D. *et al.* Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia. **Embrapa Agroindústria Tropical**: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Brasília, p. 1-20, nov./2012. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/951849/1/ObtencaoeCaracterizacao.pdf. Acesso em: 1 mar. 2022.

SOUZA FILHO, M. D. S. M. D. *et al.* Obtenção e Caracterização de Gelatina de Pele de Tilápia-do-nilo (Oreochromis niloticus) em Escala Piloto. **Embrapa Agroindústria Tropical**: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Fortaleza, p. 1-20, set./2017. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1076407/1/BPD17023.pdf. Acesso em: 6 mar. 2022.

SOUZA, M. L. R. D. *et al*. Avaliação da resistência da pele de tilápia do Nilo (Oreochrmis niloticus) nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, depois de submetida ao curtimento com sais de cromo e recurtimento com diferentes agentes curtentes. **Acta Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 361-367, jul./2006. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/54/20. Acesso em: 23 mar. 2022.

SUN, L.; ZHANG, Y.; ZHUANG, Y. Antiphotoaging effect and purification of an antioxidant peptide from tilapia (Oreochromis niloticus) gelatin peptides. **Journal of functional foods**, China, v. 5, n. 1, p. 157-162, jan./2013. Disponível em: https://www-sciencedirect-com.translate.goog/science/article/pii/S1756464612001442?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=sc. Acesso em: 6 mar. 2022.

TORUSDAG, G. B.; GÜMÜS, S.; BORAN, G. Effect of gelatin-based active coatings formulated with rosemary extract on quality of cold stored meatballs. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 42, n. 27421, p. 1-8, jan./2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cta/a/zr3NtB7pGfVx4DGdzRfLPDr/?format=pdf&lang=en. Acesso em: 20 mai. 2022.

VELOSO, C. C. *et al*. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v. 4, n. 2, p. 1-11, jun./2004. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/500/50040217.pdf. Acesso em: 12 jun. 2022.