

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**LEONARDO GABRIANI RIBEIRO**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CONCENTRADO  
PROTEICO DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO  
(*Oreochromis niloticus*)**

**CAMPO MOURÃO**

**2022**

**LEONARDO GABRIANI RIBEIRO**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CONCENTRADO  
PROTEICO DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO  
(*Oreochromis niloticus*)**

**Obtaining and physicochemical characterization of protein concentrate from  
mechanically separated meat from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Alimentos da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Aparecida Droval

**CAMPO MOURÃO**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**LEONARDO GABRIANI RIBEIRO**

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE CONCENTRADO  
PROTEICO DA CARNE MECANICAMENTE SEPARADA DE TILÁPIA DO NILO  
(*Oreochromis niloticus*)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Alimentos da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Data de aprovação: 10/junho/2022

---

Adriana Aparecida Droval  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Bogdan Demczuk Junior  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Renata Hernandez Barros Fuchs  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CAMPO MOURÃO**

**2022**

Dedico este trabalho de conclusão principalmente aos meus pais e a Deus por terem me apoiado tanto.

## AGRADECIMENTOS

Já começo pedindo desculpas àquelas pessoas que não estiverem presentes entre as palavras que serão escritas, mas elas podem estar convictas de que fazem parte do meu pensamento e da minha gratidão.

Sabe-se que sem Deus nada somos, e que Ele não coloca fardos em nossas vidas que não somos capazes de carregar, sabendo disso, devo dizer que as dificuldades que eu encontrei durante essa caminhada, foi através da fé que eu descobri a tamanha força que possuo, para que eu conseguisse atingir meus sonhos e objetivos.

Agradeço minha mãe amada, Sueli Ap. Gabriani, a qual todas as vezes que eu estava perdido soube de longe me direcionar, me protegeu e que sempre me encorajou... todo final de ligação que fazíamos ela tinha o hábito de me dizer sempre: “Foco, Força e Fé” e logo em seguida soltava um: “Você está aí pra que mesmo?”. Por isso, lhe devo agradecer por me transcender pela boa educação e ensinamentos. Te amo, você é meu porto seguro, minha fonte de inspiração e é a pessoa a qual quero dar muito orgulho!

Ao meu pai Luiz Garcia Ribeiro Junior e ao meu irmão Luiz Felipe Gabriani Ribeiro, por serem vocês em minha vida! Por sempre me apoiarem e me aconselhar!

Agradeço aos meus avós maternos, Iracy Ortega e Abraão Gabriani, e aos meus avós paternos, Anália Ramos e Luiz Garcia Ribeiro, por serem minha fonte de muita inspiração, por me darem confiança, apoio e por contribuírem com a minha educação. Sinto por não ter meus avós paternos os quais eu tive a tristeza de perder durante a graduação, eles que sempre sonharam em ver seus netos formados, estarão vendo agora lá de cima o primeiro se formando. E espero que ambos avós, maternos e paternos, estejam sentindo-se orgulhosos e quero que saibam que vos amo muito!

Aos meus familiares, mesmo àqueles que um dia não acreditou que eu fosse conseguir morar sozinho e passar por todas as dificuldades. Mas aqui estou pra agradecer e falar que isso só me deu mais forças pra querer enfrentá-las. E àqueles que sempre me apoiaram e conseguiram sentir e compreender as obrigações e responsabilidades a mim competidas, pela tolerância à minha ausência física e emocional, ao estresse excessivo e falta de paciência, pessoal de casa isso inclui

vocês. O sacrifício de alguns momentos representa o valor da alegria real, obrigado por acreditarem e viver isso comigo, aturando minhas infelicidades e confortando meu coração.

Aos amigos de minha cidade natal... Ana Júlia, Beatriz, Bruna, Caroline, Fernanda, Ketly, Larissa, Luan, Mayara, Mariane Navia, Mariane Maschieto, Pablo e aos de Campo Mourão... Alana, Ana, Ana Luisa, Bruno, Cinthia, Estevam, Fernando, Geovana, Lia, Leonardo, Letícia (vizinha), Luan, Mirela, Mylena, Pâmela, Rafaela, Victória, os meninos que moraram na pensão comigo, dentre os muitos que fui fazendo amizade durante o curso.

Agradeço a minha orientadora Prof.(a) Dr.(a) Adriana Aparecida Droval, pela amizade, dedicação, disponibilidade, por ser paciente comigo e compartilhar sua rica experiência. Tantos anos me fazendo despertar sabedoria, questionamentos e senso crítico; obrigado por estimular o raciocínio, a solidariedade, e por fornecer espaço à iniciativa própria e autonomia. Agradeço por me atender sempre com muito carisma e atenção, sendo exemplo para edificar meu caráter e profissionalismo.

À Secretaria do Curso, pela cooperação.

À CAPES pelo suporte financeiro, recurso fundamental para a dedicação de tempo e estímulo à execução das atividades.

À COPACOL por fornecer a amostra, que sem ela também não teria como realizar minha pesquisa.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

A produção de pescado no Brasil aumentou consideravelmente nos últimos anos, e com isso a geração de resíduos industriais. A tilápia do Nilo é uma das espécies de peixe de água doce mais produzida e comercializada no estado do Paraná, e após o seu processo de filetagem (30-35%,) aproximadamente 65 a 70% de coprodutos podem ser aproveitados, principalmente para a obtenção de Carne Mecanicamente Separada (CMS). A CMS apresenta boas propriedades nutricionais e pode ser utilizada no processamento e obtenção de concentrados proteicos. O presente estudo teve por objetivo a obtenção de um concentrado proteico (CP) a partir da CMS de tilápia do Nilo, e este CP foi caracterizado através da determinação da composição centesimal proximal, determinação de rendimento, capacidade de formação de espuma, capacidade de emulsão, solubilidade e capacidade de retenção de água. Foi possível a obtenção de um concentrado proteico (CP) com 71,31 g/100g de proteína, 22,75 g/100g de umidade, 2,55 g/100 de cinzas e 2,89 g/100g de lipídios, valores consideráveis de proteínas quando comparado com dados da literatura. Em relação ao rendimento a metodologia de extração utilizada permitiu um rendimento de 19,96 g/100g de CP, resultado superior aos dados encontrados para produtos similares. O CP não apresentou capacidade de formação de espuma e, tanto a sua atividade de emulsão quanto a sua estabilidade, foram melhores na faixa de pH de 12. Acredita-se que esta característica poderia ser melhorada caso o CP passasse por um processo de hidrólise. Em relação a solubilidade o CP apresentou solubilidade mínima na faixa de pH 7,0 (20,84 g/100g) e solubilidade máxima na faixa de pH igual a 12 (146,16 g/100g). Apresentou uma boa capacidade de retenção de água, 4,9 mL de água/ g de proteína, resultado também similar a estudos realizados com hidrolisados proteicos de pescado. Pode-se considerar o CP um produto promissor com características físico-químicas apresentando propriedades funcionais e tecnológicas consideráveis.

**Palavras-chave:** concentrado proteico; pescado; capacidade de emulsão; solubilidade; capacidade de retenção de água; capacidade de espuma.

## ABSTRACT

Fish production in Brazil has increased considerably in recent years due to the generation of industrial waste. Nile tilapia is one of the most produced and commercialized freshwater fish species in Paraná. After its filleting process (30 - 35%), approximately 65 - 70% of co-products can be used, mainly for obtaining Mechanically Separated Meat (CMS). CMS has good nutritional properties and can be used to obtaining protein concentrates. The present study aimed to get a protein concentrate (PC) from Nile tilapia CMS. This PC was characterized by determining the proximal proximate composition, determination of yield, foam capacity, emulsifying capacity, solubility and water holding capacity. It was possible to obtain a PC with 71.31 g/100g of protein, 22.75 g/100g of moisture, 2.55 g/100 of ash, and 2.89 g/100g of lipids. Considerable protein values when compared to literature data. Regarding the yield, the extraction methodology allowed a yield of 19.96g/100g of PC, a result superior to the data found for similar products. The PC showed no foaming capacity, and both its emulsion activity and its stability were better in the pH range of 12. It is believed that this characteristic could be improved if the CP went through a hydrolysis process. Regarding solubility, PC showed a minimum solubility in the pH range of 7.0 (20.84 g/100g) and a maximum solubility in the pH range equal to 12 (146.16 g/100g). It showed a good water retention capacity, 4.9 mL of water/g of protein, similar to studies carried out with fish protein hydrolysates. PC can be considered a promising product, with physicochemical characteristics and important functional and technological properties.

Keywords: protein concentrate; fish; emulsifying capacity; solubility; water holding capacity; foam capacity.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 - Produção de tilápias no Brasil. ....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 2 - Polos de principal produção de tilápias no Brasil.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 3 - Curva de solubilidade de acordo com cada pH.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 4 - Curva de atividade emulsificante em cada pH.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 5 - Curva de estabilidade da emulsão por minuto em cada pH. ....</b>	<b>29</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 - Composição centesimal proximal de concentrado proteico obtido a partir da CMS da tilápia do Nilo.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabela 2 - Valores médios da determinação da solubilidade das proteínas solúveis no CP em diferentes valores de pH.....</b>	<b>28</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CMS	Carne Mecanicamente Separada
CP	Concentrado Proteico
CPP	Concentrado Proteico de Peixe
CRA	Capacidade de Retenção de Água
EAI	Emulsifying Activity Index
ESI	Emulsion Stability Index
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal

## LISTA DE SIMBOLOS

$H_3PO_4$	Ácido fosfórico
$H_2SO_4$	Ácido sulfúrico
$NH_4Cl$	Sal amoníaco
$NH_4$	Amônia
$OH^-$	Hidróxido
$HCl$	Ácido Clorídrico
$NaOH$	Hidróxido de sódio

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
3.1	Tilapicultura .....	16
3.2	Legislação sobre a geração de resíduos nas indústrias de pescados.....	17
3.3	Cane mecanicamente separada (CMS).....	20
3.4	Concentrado proteico .....	20
3.5	Aplicação do concentrado proteico.....	21
4	<b>METODOLOGIA</b> .....	22
4.1	Extração da proteína miofibrilar.....	22
4.2	Determinação da composição centesimal proximal.....	22
4.2.1	Umidade .....	22
4.2.2	Cinzas .....	23
4.2.3	Lipídios .....	23
4.2.4	Proteínas .....	23
4.3	Determinação de solubilidade.....	24
4.4	Determinação de rendimento .....	24
4.5	Capacidade de formação de espuma.....	24
4.6	Capacidade emulsificante.....	25
4.7	Capacidade de retenção de água (CRA).....	25
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
5.1	Determinação de composição centesimal proximal.....	27
5.2	Determinação de solubilidade.....	28
5.3	Determinação de rendimento .....	29
5.4	Capacidade de formação de espuma.....	30
5.5	Capacidade emulsificante.....	30
5.6	Capacidade de retenção de água (CRA).....	32
6	<b>CONCLUSÃO</b> .....	33
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

A aquicultura é um dos tipos de produção que vem aumentando cada vez mais no mundo e no Brasil, sendo que em 2019 foram produzidas 758.006 toneladas de peixes. Dentre as espécies mais cultivadas está a tilápia do Nilo, representando 54,1% do volume total de produção (PEIXE BR, 2020; VICENTE, JATOBÁ E SILVA 2021). Assim, essa produção começa a desempenhar um importante papel econômico e social no cenário nacional, consolidando-se como atividade em expansão, gerando alimentos, empregos, impostos e divisas (VIDAL *et al.*, 2011; VICENTE, JATOBÁ E SILVA 2021).

A tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, é uma das espécies na qual o cultivo intensivo principalmente em países tropicais como o Brasil é indicado, pois são lugares onde as temperaturas favorecem seu desempenho. Além disso, suas características zootécnicas e a alta qualidade da carne fazem dela um produto de grande interesse para o processamento industrial. Esta espécie vem sendo criada em boa parte do país, com exceção apenas de alguns estados da região norte (OSTRENSKY E PESTANA, 2000; VIDAL *et al.*, 2011; REBOUÇAS *et al.*, 2012).

Ao mesmo tempo em que ocorre a expansão desta atividade, há conseqüentemente um aumento dos resíduos sólidos decorrentes dessa cadeia produtiva. E isso corresponde a aproximadamente 28% da matéria-prima no qual se destina aos mercados de peixes frescos, filés, congelados e enlatados, e os demais 72% são geralmente utilizados no preparo de ração ou são desperdiçados (VISENTAINER *et al.*, 2003). Baseado nesse contexto, a geração de resíduos é um desafio para o setor pesqueiro, já que esse volume processado diariamente é descartado em lixões, córregos, rios e mares.

O peixe, no geral, é um alimento reconhecido por seu elevado valor nutricional, contendo dentre seus nutrientes as proteínas de alto valor biológico, os lipídeos com teores elevados de ácidos graxos poli-insaturados da família ômega-3, minerais, carboidratos e água (GONÇALVES, 2011).

A proporção de proteínas que são encontradas nas carnes de peixe é semelhante às encontradas em outros animais como bovinos, suínos e aves, mas no que lhe diz respeito, apresenta uma qualidade das proteínas maior, no qual a quantidade de tecido conjuntivo - composto por proteínas de baixa qualidade - é menor em comparação as outras carnes (FOOD INGREDIENTS, 2009). Além do mais, os

aminoácidos formadores das proteínas de pescado são de aminoácido essenciais, como por exemplo, metionina e lisina, que devem estar presentes na alimentação humana obrigatoriamente.

O concentrado proteico pode ser obtido da carne mecanicamente separada (CMS), e quando adicionado em dietas alimentares tem despertado interesse na população que investe em uma alimentação saudável e balanceada (VIDAL *et al.*, 2011; REBOUÇAS *et al.*, 2012; OLIVEIRA, 2013). Para melhorar as propriedades funcionais e tecnológicas destes concentrados proteicos geralmente há a necessidade de submetê-los a um processo de hidrólise, sendo a mais indicada a enzimática, ocorrendo desta forma a melhora das propriedades emulsificantes das proteínas e posterior separação, e através disso a molécula de proteína, possivelmente consiga ser dividida em peptídeos menores e aumentando a liberação destes peptídeos biologicamente ativos certas proteínas. Peptídeos que apresentam maiores resíduos polares que, possuindo à facilidade de formarem ligação de hidrogênio com a água, aumentam a solubilidade desses produtos (FOOD INGREDIENTS, 2014).

Diante disso, este estudo teve como objetivo obter um concentrado proteico (CP) a partir da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do Nilo, e avaliar as características físico-químicas deste produto.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Obter um concentrado proteico da carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e avaliar suas características físico-químicas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Obter o concentrado proteico da CMS de tilápia do Nilo;
- Determinar a composição centesimal proximal do concentrado proteico: umidade, cinzas, lipídeos e proteínas;
- Determinar a capacidade de formação de espuma, a capacidade emulsificante, a capacidade de retenção de água (CRA), a solubilidade e o rendimento do concentrado proteico obtido.



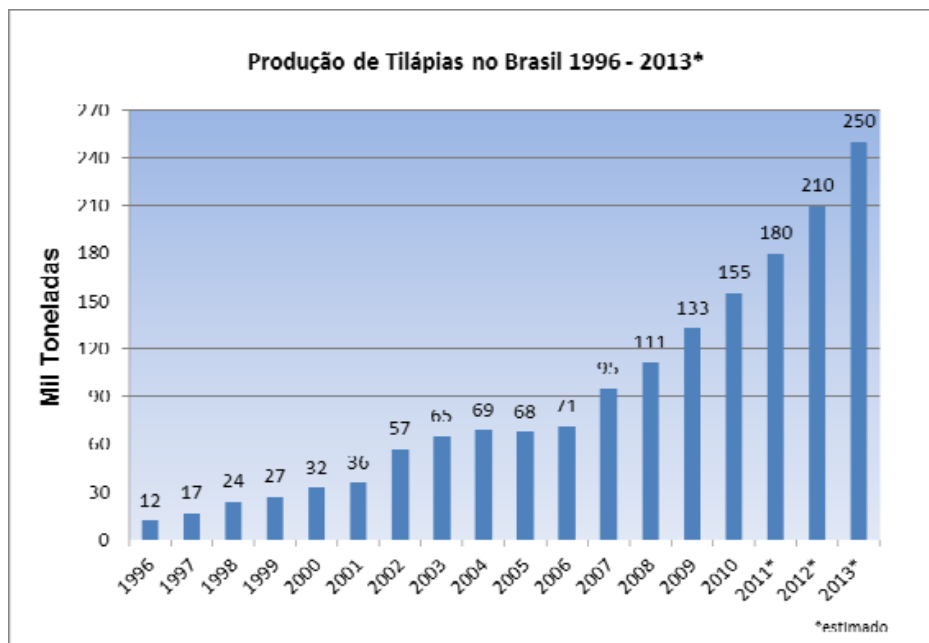
### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Tilapicultura

Segundo Lovshin (1997), a disseminação das tilápias pelo mundo teve início com a intenção de criar culturas de subsistências em países em desenvolvimento.

No Brasil, a tilapicultura é a mais consolidada das criações de peixes, tendo seus altos e baixos, mas ela ainda vem demonstrando um crescimento sólido há mais de uma década (Figura 1) (SUSSEL, 2013).

**Figura 1 - Produção de tilápias no Brasil.**



**Fonte: IBAMA (2008); de 2008 a 2010, MPA; e de 2010 a 2013, estimativa SUSSEL, F.R.**

Segundo Sussel (2013) a produção se concentra em três polos: Região Nordeste brasileira (os reservatórios do Rio São Francisco, na região de Paulo Afonso (BA), e os grandes açudes cearenses de Castanhão, Orós e Sítios Novos), Noroeste Paulista (região de Santa Fé do Sul e os reservatórios do Rio Paraná, do Rio Grande e do baixo Rio Tietê) e Oeste Paranaense (tanques escavados) como mostra na Figura 2. Brevemente será possível contar com mais um polo de produção, reservatórios de Furnas e Três Marias, Minas Gerais.

**Figura 2 - Polos de principal produção de tilápias no Brasil.**



Fonte: SUSSEL, F. R. (2013)

Até então a produção seguia um modelo semi-intensivo, que acontecia em viveiros escavados e em reservatórios. Depois dos anos 2000 os criadores passaram a produzir em tanques-rede, sobretudo nos grandes reservatórios das hidrelétricas. Recentemente foi necessário a realização de alguns ajustes para um novo sistema, desde então, começou a crescer rapidamente, em especial no ano de 2007 (SUSSEL, 2013).

### 3.2 Legislação sobre a geração de resíduos nas indústrias de pescados

Em 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) do Ministério do Meio Ambiente expôs o Decreto n. 313, de 29 de outubro, que edifica sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais, sendo este um instrumento para a gestão dos resíduos industriais bem como sua finalidade (BRASIL, 2002). No ano de 2004, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), n. 10.004, divulgou um documento nomeado como "Resíduos Sólidos- Classificação" (ABNT, 2004). E em,

em 2005, o CONAMA noticiou outro decreto ligado aos resíduos, o Decreto n. 358, de 29 de abril. Porém, esse Decreto acomoda sobre o tratamento e a disposição final dos serviços de saúde (BRASIL, 2005).

A legislação que se faz tão próxima sobre resíduos sólidos é a Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010, que determina resíduos sólidos como sendo qualquer:

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semisólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

As indústrias que geram resíduos sólidos de pescado precisam realizar um melhor gerenciamento, sendo assim, devem procurar realizar ações que beneficiem as etapas de coleta, transporte, transbordo e tratamento. O gerenciamento desses resíduos sólidos objetiva visar à destinação ambientalmente adequada (BRASIL, 2010). A Lei mencionada institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos a qual se faz parte da Política Nacional do Meio Ambiente e refere-se com a Política Nacional de Educação Ambiental, disposta pela Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999, com a Política Federal de Saneamento Básico, estruturada pela Lei n. 11.445, de 2007, e com a Lei n. 11.107, de 06 de abril de 2005 (BRASIL, 2010). A Política Nacional de Resíduos Sólidos exibe 11 princípios, na qual tem-se destaque para a visão sistêmica na administração dos resíduos sólidos, levando em conta as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas, tecnológicas e de saúde pública (BRASIL, 2010). Do meio dos objetivos destacados a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; a não formação, diminuição, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, assim como a final estruturação ambientalmente adequada dos rejeitos; o incentivo à utilização de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; a aplicação, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas visando a minimização dos impactos ambientais (BRASIL, 2010). Da mesma forma são objetivos o estímulo à indústria de reciclagem, com vista na fomentação do uso de matérias-primas e outros derivados de materiais recicláveis e reciclados; o gerenciamento adaptado de resíduos sólidos; a conexão entre as diferentes esferas do poder público, e com o setor empresarial, tendo em vistas à cooperação financeira e técnica para a coordenação integrada de resíduos sólidos; o encorajamento à

aplicação da qualificação do ciclo de vida do produto; e o estímulo ao crescimento de sistemas de gestão ambiental e gestão empresarial tornados para a melhoria dos meios produtivos e ao reprocessamento dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Segundo o Artigo n. 446 do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), os produtos e subprodutos comestíveis e não comestíveis oriundos do pescado são denominados derivados de pescado. Já o Artigo n. 470, deste mesmo regulamento, os subprodutos não comestíveis compreendem todo e qualquer resíduo de pescado devidamente elaborado, que se enquadre nas denominações e especificações do Regulamento. São considerados subprodutos não comestíveis de pescado: farinha de pescado; óleo de pescado; cola de pescado; adubo de pescado e solúvel concentrado de pescado (RIISPOA, 1952).

A farinha de pescado constitui-se no subproduto alcançado pela cocção do pescado e/ou de seus resíduos. Para esse fim, é usado vapor e o pescado é prensado, dessecado e triturado. O conseguimento do óleo de pescado também sucede por cocção a vapor, assim sendo, o produto final líquido é atingido por meio de decantação ou centrifugação e filtração (RIISPOA, 1952). A obtenção da farinha de peixe se dá após a moagem e secagem das diferentes espécies de peixes inteiros, sobras de peixes ou outros subprodutos decorrentes do processamento. Nos dias de hoje, os resíduos oriundos do beneficiamento do pescado é uma das principais matérias- primas para a formação de farinha (FAO, 2012). Durante o processamento para se obter a farinha extrai-se o óleo; conseqüentemente, o óleo e a farinha são artigos obtidos através da mesma linha de processamento (EFSA, 2010). O óleo e a farinha de peixe são manipulados como ingredientes para criar rações, para alimentação animal. Técnicas recentes como a microencapsulação e nanoencapsulação têm estado na incorporação de óleo de peixe destinados na alimentação humana (FAO, 2012).

### 3.3 Cane mecanicamente separada (CMS)

Resíduos transformados em produtos para alimentação humana tem se tornado uma das melhores opções de renda para as indústrias, podendo assim, aumentar sua lucratividade. Pessatti (2001) diz que a grande inovação da tecnologia para recuperação dos resíduos de pescados foi o surgimento de equipamentos que fazem a separação do material muscular anexado às espinhas com facilidade. A separação ocorre com a exceção de ossos, vísceras, cabeça e nadadeiras dos animais (PESSATTI, 2001).

Esse material resultante é conhecido como carne mecanicamente separada (CMS), que pode ser utilizado como base na elaboração de outros produtos, alcançando um significativo despertar em todo o mundo. O concentrado proteico de pescado (CPP), que se consegue a partir da CMS, pode servir como uma alternativa, por possuir um alto valor nutritivo (VIDAL *et al.*, 2011).

### 3.4 Concentrado proteico

O concentrado proteico de peixe (CPP) compreende um subproduto do beneficiamento do pescado que apareceu como outra opção para a utilização da CMS. Os itens de pescados são alimentos com alto valor nutritivo, excepcionais fontes de proteínas, cálcio, ácidos graxos insaturados e vitaminas do complexo B. Os pescados possuem proteínas que demonstram elevado valor nutricional, com digestibilidade em torno de 90% (KIRSCHNIK, 2007).

O CPP tem em média 75% de proteínas e este concentrado geralmente apresenta-se estável quimicamente, tem custo baixo, teores de umidade pequenos e gordura, desodorizado, simples estocagem e digestibilidade alta (SOUZA, SOBRAL E MENEGALLI, 2010).

O método de obtenção de concentrados proteicos de pescado é determinado por várias técnicas, sendo que algumas são extremamente simples e fáceis, resumindo-se na deslipidificação do pescado para concentrar sua proteína e decorrente desodorização. A elaboração de concentrado proteico em países desenvolvidos possui uma alta demanda, devido ao consumo baixo de energia que é indispensável para a sua produção, armazenagem e transporte se contraposto com opescado congelado (PESSATTI, 2001). Desta maneira, o uso da CMS para obter o CPP aponta-se, uma boa alternativa de aplicação do subproduto de benefício do

pescado, despertando um artigo rico em proteína que possivelmente será usado para enriquecimento de uma imensidão de alimentos.

### **3.5 Aplicação do concentrado proteico**

Os resíduos podem ser divididos em dois grupos, um destinado à produção animal/vegetal e o outro para uso na alimentação humana. O primeiro grupo é composto pelos resíduos inadequados para a elaboração de produtos de valor agregado (vísceras, escamas, pele e esqueleto, incluindo a cabeça). Estes geralmente são descartados ou utilizados na produção de farinhas, óleos, silagens e compostagens de peixes e/ou como fertilizantes (VIDOTTI, 2011). O segundo grupo de resíduos inclui materiais comestíveis que podem ser submetidos a processos para a obtenção de matéria-prima destinada à elaboração de produtos de valor agregado (empanados, formatados, embutidos, entre outros) para uso na alimentação humana. O principal resíduo utilizado para esta finalidade é a carcaça com carne aderida após a retirada do filé para obtenção da polpa, além das aparas obtidas durante a toaleta de filés (VIDOTTI, 2011).

Dentre os resíduos gerados no processo de filetagem do pescado, a carne mecanicamente separada (CMS) de peixe possibilita a geração de inúmeros co-produtos, como, por exemplo: massas alimentícias, almôndegas, hambúrgueres, farinhas para elaboração de pães e biscoitos de pescado, produtos que agregam extremo valor aos resíduos, até então tratados como “lixo de beneficiamento” (GODOY *et al.*, 2010).

## 4 METODOLOGIA

A CMS de tilápia do Nilo foi gentilmente cedidas pela empresa processadora de filés COPACOL localizada na cidade de Cafelândia no Paraná. Após o recebimento da mesma, foi feita uma subdivisão em porções de 350 g cada, embalados em saquinhos plásticos e armazenadas em freezer à uma temperatura de -18 °C.

### 4.1 Extração da proteína miofibrilar

As proteínas miofibrilares foram extraídas de acordo com o método de Eisele e Brekke (1981), modificado por Souza *et al.* (2004). A amostra de CMS foi descongelada. Em seguida, pesadas 100 g de CMS, e submetida a três lavagens considerando a proporção de 1:3 (sólido: líquido). A primeira lavagem foi realizada com água destilada, a aproximadamente 10 °C, sob agitação no agitador mecânico (Fisaton) 2000 rpm, por 5 minutos. Após essa primeira lavagem foi filtrada e submetida a uma lavagem com ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) a 0,05%, agitando-se mecanicamente em um agitador, por 15 minutos, a temperatura de 5 °C, visando a desodorização do concentrado proteico e alcance do pH ± 5, que é o ponto isoelétrico da proteína miofibrilar de carnes. Após a decantação, a CMS foi filtrada e submetida a uma segunda lavagem com água destilada nas mesmas condições. Depois deixada a mistura em repouso para a solução decantar por aproximadamente 5 minutos.

A parte sólida precipitada da última lavagem de CMS foi disposta em bandejas forradas com papel alumínio e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar (CIENLAB), por 15 horas, a temperatura de 65 °C. Em seguida, o material seco foi triturado em liquidificador e embalado em sacos plásticos à vácuo.

### 4.2 Determinação da composição centesimal proximal

#### 4.2.1 Umidade

A determinação da umidade foi feita pelo método de perda por dessecação de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O método consiste no aquecimento direto de 10 g de amostra em cápsula de porcelana ou metal, previamente tarada, a 105 °C durante 3 horas,

seguido de resfriamento em dessecador até temperatura constante. O cálculo da umidade foi realizado pela relação entre a perda de massa ( $m_1$ ) e o peso da amostra ( $m_2$ ), de acordo com a Equação 1.

$$Umidade = \frac{100 \times m_1}{m_2} \quad (1)$$

#### 4.2.2 Cinzas

A determinação das cinzas foi feita pelo método de incineração de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O método consiste em carbonizar e incinerar 10 g de amostra em cápsula de porcelana previamente tarada, até eliminação completa do carvão, resultando em cinzas brancas ou ligeiramente acinzentadas, seguido de resfriamento até temperatura constante. O cálculo das cinzas foi realizado pela relação entre o peso das cinzas ( $m_1$ ) e o peso da amostra ( $m_2$ ), de acordo com a Equação 2.

$$Cinzas = \frac{100 \times m_1}{m_2} \quad (2)$$

#### 4.2.3 Lipídios

A determinação de lipídios foi realizada subtraindo-se os valores encontrados nas análises de proteínas, cinzas e umidade, de acordo com a Equação 3.

$$Lipídios = 100 - Proteínas - Cinzas - Umidade \quad (3)$$

#### 4.2.4 Proteínas

A determinação de proteínas foi feita pelo processo de digestão Kjeldahl modificado, de acordo com os Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). O método consiste na digestão, onde a matéria orgânica presente é decomposta, com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e um catalisador, e transformada em sal amoniacal ( $NH_4Cl$ ); na destilação, onde a amônia ( $NH_4$ ) é liberada do sal amoniacal pela reação com o hidróxido ( $OH^-$ ) e recebida numa solução ácida; e titulação, onde determina-se a quantidade de nitrogênio presente na amostra titulando-se o excesso do ácido. O cálculo de proteínas foi realizado pela relação entre o volume de ácido sulfúrico gasto na titulação, o peso da amostra ( $m_1$ )



e o fator de conversão de nitrogênio, de acordo com a Equação 4.

$$Proteínas = \frac{\text{volume de ácido} \times 0,14 \times \text{fator de conversão}}{m1} \times 100 \quad (4)$$

### 4.3 Determinação de solubilidade

A solubilidade proteica foi determinada conforme o realizado por Chalamaiiah *et al.* (2010) com algumas adaptações. Para isto, 300 mg de amostra foram diluídas em 30 mL de água destilada e o pH da solução ajustado para 3, 5, 7, 9 e 12 com ácido clorídrico 0,5 N (HCl) ou hidróxido de sódio 0,5 N (NaOH). A solução foi agitada à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) durante 30 min e centrifugada a 6000 rpm durante 30 min a 4 °C. O conteúdo de proteína no sobrenadante foi determinado usando o método de Biureto e a proteína total foi determinada pelo método de MicroKjeldahl (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). A solubilidade da proteína foi calculada utilizando a Equação 5:

$$Solubilidade (\%) = \frac{\text{Proteína no sobrenadante}}{\text{Proteína total na amostra}} * 100 \quad (5)$$

### 4.4 Determinação de rendimento

Após as lavagens da extração da proteína miofibrilar, as amostras foram pesadas e, em seguida, fracionadas em centrífuga nas condições de 6000 rpm durante 20 min, na qual, a fração aquosa (contendo o hidrolisado proteico) foi transferida, pesada e armazenada a -80°C. O rendimento foi calculado conforme a Equação 6.

$$Rendimento (\%) = \frac{\text{Peso fração aquosa (g)}}{\text{Peso hidrolisado sem fracionar (g)}} \times 100\% \quad (6)$$

### 4.5 Capacidade de formação de espuma

A capacidade de formação de espuma foi determinada de acordo com o método de Diniz e Martin (1997). Para isto, foi preparada uma solução com 3% de proteína. Dessa solução foram retiradas alíquotas de 30 mL para provetas graduadas. As alíquotas foram homogeneizadas em Ultraturrax a 9500 rpm, durante 3 minutos. Após agitação registou-se o volume total (mL), o volume de líquido (mL) e o volume de espuma (mL). A capacidade de formação de espuma foi calculada como o volume de espuma formado após agitação (mL) por g de proteína de acordo

com a expressão:

$$FC = \frac{\text{volume total} - \text{volume de líquido (mL)}}{\text{concentração de proteína na amostra (g)}} * 100 \quad (7)$$

#### 4.6 Capacidade emulsificante

As capacidades emulsificantes foram determinadas de acordo com o método descrito por Pearce e Kinsella (1978) com algumas modificações. Os valores de pH de 90 mL das amostras (1 mg/mL) foram ajustados para 3, 5, 7, 9 e 12 após adição de 30 mL de óleo de soja, respectivamente. Cada mistura foi homogeneizada a uma velocidade de 20.000 rpm por 1 minuto e, em seguida, 100 µL da emulsão foram pipetados do fundo da mistura e diluído em 10 mL com solução de SDS a 0,1% aos 0 e 10 minutos após a homogeneização. Os valores de absorvância foram medidos a 500 nm. Os valores de absorvância de A0 e A10 foram usados para calcular o EAI (8) e o ESI (9), como mostrado nas Equações 8 e 9.

$$EAI(m^2/g) = \frac{2 \times 2.303 \times DF \times A}{C \times 2.5 \times 10000} \quad (8)$$

$$ESI(\text{min}) = \frac{A_0}{A_0 - A_{10}} \times 10 \quad (9)$$

DF é um fator de diluição (100), C é a concentração inicial de hidrolisados (g/mL), 0,25 é a fração de óleo de soja usada para formar a emulsão, A<sub>0</sub> e A<sub>10</sub> são as absorvâncias da emulsão diluída em 0 e 10 min. Cada amostra foi medida em triplicata.

#### 4.7 Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água foi determinada de acordo com o método descrito por Diniz e Martin (1997). Para isto, 0,5 g de amostra foram reidratadas em 20 mL de água utilizando tubos falcon e homogeneizadas em vortex por 30 s. A dispersão foi deixada em repouso à temperatura ambiente por 6 h, e então centrifugada a 2.0003 rpm por 30 min. O sobrenadante foi filtrado com papel de filtro Whatman número 1 e o volume recuperado foi medido com precisão. A diferença entre o volume inicial de água destilada adicionado à amostra de proteína e o

volume do sobrenadante foi determinada, e os resultados foram relatados como mL de água absorvida por g de amostra de proteína.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Determinação de composição centesimal proximal

Os valores médios e o desvio-padrão da composição centesimal do concentrado proteico (CP) estão apresentados na Tabela 1. Todas as análises foram feitas em triplicata.

**Tabela 1 - Composição centesimal proximal de concentrado proteico obtido a partir da CMS da tilápia do Nilo.**

<b>Amostra</b>	<b>Umidade</b>	<b>Cinzas</b>	<b>Lipídios</b>	<b>Proteínas</b>
CP	22,75 ± 0,74	2,55 ± 0,11	2,89 ± 0,28	71,31 ± 0,65

Média ± desvio padrão. Unidade de medida: g/100g

Fonte: Autoria própria (2022).

O teor de umidade apresentou uma média de 22,75 g/100g (Tabela 1), mostrando-se superior ao descrito por Prentice *et al.* (2002), que encontraram em seu estudo um valor de umidade de aproximadamente 7,0 g/100g para concentrado proteico, obtido a partir de resíduos da filetagem da pescada (*Macrodona ancylodon*), assim como encontrado por Pessatti (2001) em amostras de filé de pescada (valor médio de umidade de 2,5 g/100g).

O percentual de umidade deste estudo também foi superior ao relatado por Silva *et al.* (2003) em sopa de peixe elaborada a partir de CMS de piranha-preta (10,53 g/100g), submetida a secagem em estufa de circulação forçada durante 18 horas, a 60°C. Acredita-se que estas diferenças possam ter ocorrido devido à metodologia, sendo que a secagem poderia ter sido realizada por mais tempo, após o término da extração e obtenção do concentrado proteico (CP).

O teor médio de cinzas foi de 2,55 g/100g (Tabela 1), valores próximos ao 1,69 g/100g encontrado em base seca, pelo estudo de Monterrey-Quintero e Sobral (2000), com proteínas miofibrilares liofilizadas de tilápia do Nilo, que foram utilizadas na composição de biofilmes. Assim como em outro estudo realizado por Olopade *et al.* (2016) que encontrou valores médios de cinza de 1,36 g/100g, sendo assim também apresentaram valores próximos ao deste trabalho.

Para lipídios, o CP apresentou um valor médio de 2,89 g/100g (Tabela 1), mostrando-se próximo ao encontrado por Leonhardt *et al.* (2006), que trabalharam

com filés de tilápia do Nilo e encontraram uma concentração de 2,96 g/100g. Kirschnik e Macedo-Viegas (2009) ao estudarem a composição química da CMS antes e após lavagem, tiveram um resultado de 2,91 g/100g, também próximo ao deste estudo.

O teor médio proteínas encontrado foi de 71,31 g/100 g (Tabela 1). Segundo Kotaki (2005) o teor proteico da CMS de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo é de 9,6g/100g, tendo isso como base e observando os resultados deste trabalho pode-se dizer que houve uma concentração de proteína e a metodologia de extração mostrou-se eficiente. Córser *et al.* (2000) e Justi *et al.* (2003) mencionaram quantidades de proteínas no filé de tilápia do Nilo de 18,34 g/100g e 18,2 g/100g, respectivamente.

De acordo com Pessatti (2001), “a concentração de proteína deve ser em média quatro vezes maior que o valor do teor proteico da matéria prima”, no qual seu estudo apresentou 34,7 g/100g, valor esse que é inferior ao encontrado no presente estudo.

Em um outro trabalho realizado por García e Sobral (2005) foi encontrado uma quantidade de proteína igual a 80 g/100g para proteínas miofibrilares liofilizadas de tilápia do Nilo. Apesar disso, Monterrey-Quintero e Sobral (2000) aferiram valor igual 93,22 g/100g. Resultados esses que foram superiores ao encontrado no presente estudo.

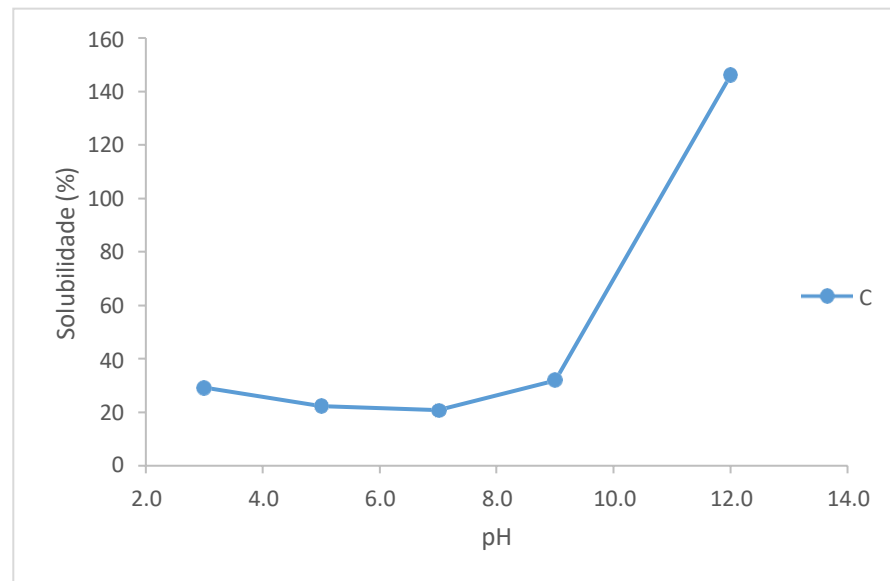
## 5.2 Determinação de solubilidade

**Tabela 2 - Valores médios da determinação da solubilidade das proteínas solúveis no CP em diferentes valores de pH.**

<b>pH</b>	<b>Solubilidade</b>
3,0	29,23 ± 0,20
5,0	22,43 ± 1,34
7,0	20,84 ± 1,28
9,0	31,90 ± 0,35
12,0	146,16 ± 2,67

**Média ± desvio padrão. Unidade de medida: g/100g.**

**Fonte: Aatoria própria (2022).**

**Figura 3 - Curva de solubilidade de acordo com cada pH.**

Fonte: Autoria própria (2022).

Como pode-se observar na Tabela 2 e Figura 3, a solubilidade proteica do CP diminui quando o pH está na faixa de 3,0 até 9,0, representando a região isoelétrica; com uma solubilidade mínima na faixa de pH 7,0 (20,84 g/100g) e máxima para a faixa de pH 12,0 (146,16 g/100g). Em um estudo realizado por Ferreyra (2003), sobre o perfil da solubilidade das proteínas da FDA (Farelo Totalmente Desengordurado de Amendoim) apresentaram menores índices de solubilidade para valores de pH entre 3,0 e 5,0, região isoelétrica; mínima a pH 4,0 e a máxima a pH 2,0. Dessa forma, observa que a região isoelétrica de ambos estudos estão bem próximos, o que diferiu foram os valores para máximo e mínimo obtidos para este CP.

As proteínas podem estar carregadas de forma positiva ou negativa, em um pH abaixo ou acima de seu ponto isoelétrico, sendo assim, onde a repulsão eletrostática sucede entre as moléculas, aumentando assim a solubilização da proteína (TASKAYA, CHEN E JACZYNSKI, 2009).

### 5.3 Determinação de rendimento

O valor de rendimento do processo de obtenção do CP foi de 19,96 g/100g, aproximadamente 20%. Esse valor é superior ao que foi encontrado por Silva et al. (2006), que obtiveram índice de 18%, analisando a obtenção de um isolado proteico desenvolvido a partir de pescado de baixo valor comercial. Em um estudo para a obtenção de concentrados proteicos (CPP), através de lavagens sucessivas com etanol, de Pessatti (2001), estes obtiveram um rendimento de 14%, também inferior

ao encontrado neste estudo.

Considera-se assim, o rendimento de CP satisfatório, pois possui valores superiores aos observados na literatura.

#### **5.4 Capacidade de formação de espuma**

Durante o procedimento de formação de espuma, não obteve-se números significativos de medida, pois sua formação depende de fatores como a solubilidade das proteínas, a desnaturação parcial, o pH e de sais presentes na solução (OLIVEIRA, FRANZEN E TERRA, 2014). O concentrado proteico (CP) do presente estudo não passou por um processo de hidrólise, e sabemos que muitas propriedades funcionais principalmente das proteínas são ativadas e melhoradas quando as proteínas são parcialmente ou totalmente hidrolisadas, sendo a enzimática a mais indicada (FOOD INGREDIENTS, 2014; PAIVA *et al.*, 2015).

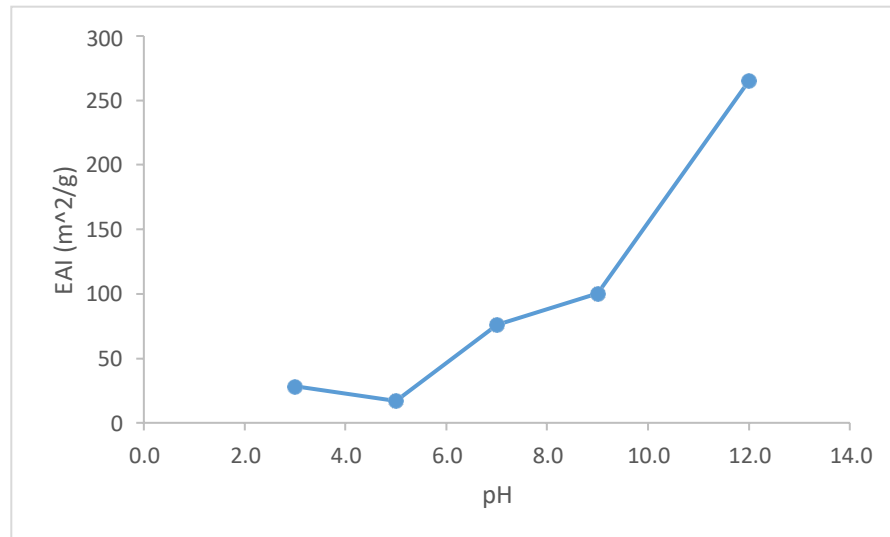
#### **5.5 Capacidade emulsificante**

A atividade emulsificante (EAI) indica quando uma proteína tem habilidade emulsificante e qual é o grau de emulsificação dado para uma determinada quantidade de proteínas (HAQUE, MATOBA E KITO, 1982). A estabilidade da emulsão (ESI) se refere à habilidade da proteína para formar uma emulsão que permaneça sem mudanças durante um tempo de duração determinado, sob condições específicas de tempo ou temperatura (KINSELLA, 1976).

Nas Figuras 4 e 5 estão apresentadas a atividade emulsificantes (EAI) e a estabilidade de emulsão (ESI), respectivamente. De acordo com o descrito anteriormente sobre EAI e ESI e observando as Figuras 4 e 5, pode-se observar que a maior atividade emulsificante do CP foi na faixa de pH 12,0, observando-se um aumento gradativo dessa atividade durante os pHs (3,0, 5,0, 7,0, 9,0, 12,0), só no pH 5,0 que teve um decaimento. Sobre a estabilidade, observa-se que nos pHs 7,0 e 9,0 houve índices negativos o que indicando que o CP estava perdendo a sua estabilidade, ou seja, algo errado poderia estar ocorrendo e conseqüentemente a

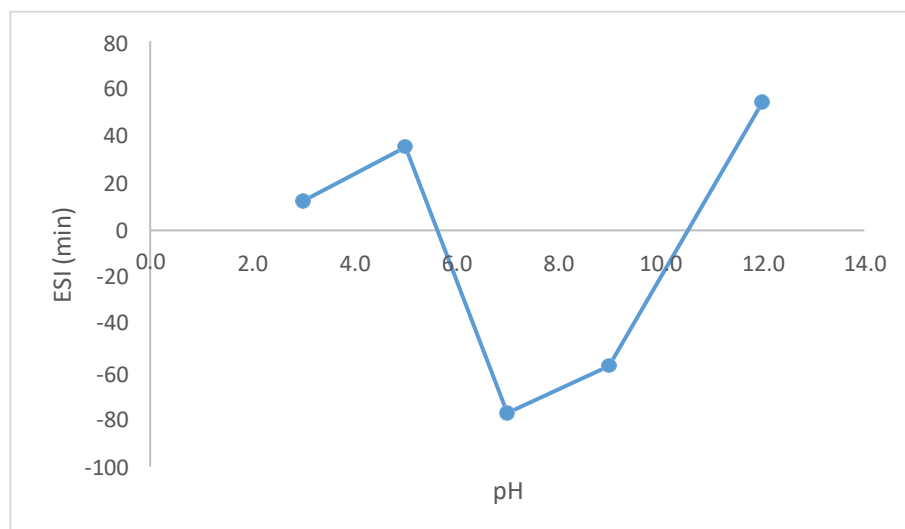
proteína do CP poderia estar sofrendo desnaturação e perdendo a sua funcionalidade nas faixas de pH avaliadas. Já no pH 12,0, o CP teve uma atividade de emulsão interessante com um tempo de quase 55 minutos, mantendo a sua estabilidade.

**Figura 4 - Curva de atividade emulsificante em cada pH.**



Fonte: Autoria própria (2022).

**Figura 5 - Curva de estabilidade da emulsão por minuto em cada pH.**



Fonte: Autoria própria (2022).



## 5.6 Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água do concentrado proteico (CP) obtido no presente trabalho foi de  $4,9 \pm 0,082$  mL/g. A CRA é uma propriedade funcional importante para as proteínas porque refere-se a sua capacidade em reter sua própria água de constituição, bem como a ligação da proteína com a água adicionada em uma formulação quando esta proteína é submetida a forças externas, e quanto maior a CRA de uma proteína, melhor é sua estabilidade e propriedades funcionais (SEBRANECK, 2011; LU *et al.*, 2017; SHI *et al.*, 2021). Pode-se considerar que o valor obtido para a CRA neste trabalho foi bom, visto que o CP não passou por um processo de hidrólise, pois conforme trabalho realizado por Freitas *et al.*, (2021) a capacidade de retenção máxima conseguida por estes autores foi de 5,0 mL de água/g de proteína em um hidrolisado de pescado, resultados similares ao obtido no presente estudo.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que foi possível a obtenção de um concentrado proteico com teores consideráveis de proteína (71,31 g/100g) e características físico-químicas promissoras.

Em relação ao rendimento a metodologia de extração utilizada permitiu um rendimento de 19,96 g/100g de CP, resultado este superior aos dados encontrados na literatura para produtos similares.

O CP não apresentou capacidade de formação de espuma, e tanto a sua atividade de emulsão quanto a sua estabilidade foi melhor na faixa de pH de 12. Acreditando-se que esta característica poderia ser melhorada caso o CP passasse por um processo de hidrólise.

Em relação a solubilidade o CP apresentou uma solubilidade mínima na faixa de pH 7,0 (20,84 g/100g) e uma solubilidade máxima na faixa de pH igual a 12 (146,16g/100g).

Apresentou uma boa capacidade de retenção de água, 4,9 mL de água/ g de proteína, resultado também similar a estudos realizados com hidrolisados proteicos de pescado.

## REFERÊNCIAS

CHALAMAIAH, M. et al. Protein hydrolysates from meriga (*Cirrhinus mrigala*) egg and evaluation of their functional properties. **Food Chemistry**, v. 120, n. 3, p. 652-657, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.10.057>. Acesso em: 22 de maio de 2022.

DAMODARAN, Srinivasan; KINSELLA, John E. Effect of conglycinin on the thermal aggregation of glycinin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 30, n. 5, p. 812-817, 1982.

DINIZ, F. M.; MARTIN, A. M. Effects of the extent of enzymatic hydrolysis on functional properties of shark protein hydrolysate. **LWT-food Science and Technology**, v. 30, n. 3, p. 266-272, 1997.

EISELE, T. A.; BREKKE, C. J. Chemical modification and functional properties of acylated beef heart myofibrillar proteins. **Journal of Food Science**, v. 46, n. 4, p. 1095-1102, 1981.

FERREYRA, J. C. AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE E DO EFEITO DA LIPOFILIZAÇÃO EM PROTEÍNAS DE FARINHA TOTALMENTE DESENGORDURADA DE AMENDOIM (*Arachis hypogaea* Lineau). Dissertação (Programa de PósGraduação em Ciências de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, 2003, 79 p.

FOOD INGREDIENTES BRASIL. Propriedades funcionais das proteínas do peixe. **Revista FiB**, n. 8, p. 22-32, 2009. Disponível em: [https://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060768481001465581251.pdf](https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060768481001465581251.pdf). Acesso em: 3/setembro/2020.

FOOD INGREDIENTES BRASIL. Proteínas. **Revista FI**, n. 28, 2014. Disponível em: [https://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201606/2016060879641001464957906.pdf](https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060879641001464957906.pdf). Acesso em: 3/setembro/2020.

GARCÍA, F. T.; SOBRAL, P. J. A. Effect of the thermal treatment of the filmogenic solution on the mechanical properties, color and opacity of films based on muscle protein of two varieties of Tilapia. **LWT – Food Science and Technology**, v. 38, n. 03, p. 289-296, 2005.

GODOY, L.C. et al. Análise sensorial de caldos e canjas elaborados com farinha de carcaças de peixe defumadas: aplicação na merenda escolar. **Food Science and Technology**, v.30, Supl. 1, p.86-89, 2010.

GONÇALVES, A. A. Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação. **São Paulo: Editora Atheneu**, p. 608, 2011.

HAQUE, Zahurul; MATOBA, Teruyoshi; KITO, Makoto. Incorporation of fatty acid into food protein: palmitoyl soybean glycinin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 30, n. 3, p. 481-486, 1982.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do IAL.: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 5. ed. p. 1020, São Paulo, 2008.

IZQUIERDO CÓRSEER, Pedro. et al. Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, n. 2, p. 187-194, 2000.

JUSTI, K. C. et al. The influence of feed supply time on the fatty acid profile of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed on a diet enriched with n-3 fatty acids. **Food Chemistry**, v. 80, p. 489-493, 2003.

KINSELLA, John E.; MELACHOURIS, Nicholas. Functional properties of proteins in foods: a survey. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 7, n. 3, p. 219-280, 1976.

KIRSCHNIK, Peter Gaberz. Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*). 2007. Tese (Doutorado em Aqüicultura) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

KIRSCHNIK, Peter Gaberz; MACEDO-VIEGAS, Elisabete Maria. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante estocagem a-18 °C. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 200-206, 2009.

KOTAKI, S. H. Utilização da carne mecanicamente separada (CMS) da carcaça de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para a elaboração de lingüiça de peixe. 2005. 94f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza. KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí, 2000. 285 p.

LEONHARDT, Julio Hermann. et al. Características morfométricas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 1, p. 125-132, 2006.

LU, Han. et al. Comparison of gel properties and biochemical characteristics of myofibrillar protein from bighead carp (*Aristichthys nobilis*) affected by frozen storage and a hydroxyl radical-generation oxidizing system. **Food Chemistry**, v. 223, p. 96-103, 2017.

MONTERREY-QUINTERO, Ednelí Soraya; SOBRAL, Paulo José do Amaral. Preparo e caracterização de proteínas miofibrilares de tilápia-do-nilo para elaboração de biofilmes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 179-189, 2000.

OLIVEIRA, M. S. R. Obtenção de hidrolisado proteico de carne mecanicamente separada (CMS) e carcaças manualmente desossadas (CMD) de frango por

hidrólise enzimática. **Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 154p, 2012.**

OLIVEIRA, M. S. R.; FRANZEN, F. L.; Terra, N. N. Utilização da carne mecanicamente separada de frango para a produção de hidrolisados proteicos a partir de diferentes enzimas proteolíticas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 291-302, 2014.

OLOPADE, Olaniyi Alaba. et al. Proximate composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758) and tilapia hybrid (red tilapia) from Oyan Lake, Nigeria. **Bulletin UASVM Food Science and Technology**, v. 73, n. 1, p. 19-23, 2016.

OSTRENSKY, A.; PESTANA, D. Avaliação das taxas de crescimento de *Farfantepenaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967 em viveiros de cultivo. **Archives of Veterinary Science**, v. 5, n. 1, p.5-15, 2000.

PAIVA, Rayane P. et al. Cultivo e beneficiamento de *Oreochromis niloticus* e *Centropomus parallelus* em região estuarina no sudeste do Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, n. 1, p. 54-64, 2015.

PEIXE BR. **Associação Brasileira de Piscicultura, Anuário 2020**. Disponível em: <https://www.peixebr.com.br/lancamento-anuario-peixe-br-de-piscicultura-piscicultura-2020/#:~:text=Brasil%20produz%20758%20mil%20toneladas&text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20avan%C3%A7ou%204%2C9,representa%2057%25%20da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20nacional>. Acesso em: 24/maio/2022.

PEARCE, Kevin N.; KINSELLA, John E. Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 26, n. 3, p. 716-723, 1978. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf60217a041>. Acesso em: 22/maio/2022

PESSATTI, M. L. et al. Aproveitamento dos subprodutos do pescado: meta 11. Itajaí: **Universidade do Vale do Itajaí, Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no sul do Brasil, convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento–MAPA**, n. 003/2000. 2001.

PRENTICE, C. et al. Processo de obtenção de um concentrado protéico de resíduos da industrialização do pescado. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. 2002. p. 11.106.

REBOUÇAS, Marina Cabral. et al. Caracterização do concentrado protéico de peixe obtido a partir dos resíduos da filetagem de tilápia do Nilo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 2, p. 697-704, 2012.

SILVA, Mary Anne Braz. Utilização de Piranha-preta *Serrasalmus Rhombeus* para Elaboração de Sopas de Peixe. **XII Jornada de Iniciação Científica do PIBIC/INPA/CNPq**, 2003.

SILVA, M. C. et al. Avaliação do processo de obtenção de um isolado protéico desenvolvido a partir de pescado de baixo valor comercial In: **SEAFOOD 2006 -**

**INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E VALOR AGREGADO NA TECNOLOGIA DO PESCADO: PESQUISAS BRASILEIRAS**, 2006, São Paulo - SP. Resumos... São Paulo, 2006.

SOUZA, S. M. A.; SOBRAL, P. J. A.; MENEGALLI, F. C. Extração de proteínas miofibrilares de carne bovina para elaboração de filmes comestíveis. **Food Science and Technology**, v. 24, p. 619-626, 2004.

SOUZA, J. F. et al. Desenvolvimento e caracterização físico-química e sensorial de nuggets formulados com concentrado protéico de pescado - MARINE BEEF. **Scientia Plena**, v. 6, n. 3, p. 1-4, 2010.

SUSSEL, F. R. TILAPICULTURA NO BRASIL E ENTRAVES NA PRODUÇÃO. **Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Pirassununga, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo**, p. 6, 2013.

SHI, Haibo et al. Effects of the structure and gel properties of myofibrillar protein on chicken breast quality treated with ultrasound-assisted potassium alginate. **Food Chemistry**, v. 358, p. 129873, 2021.

TASKAYA, Latif; CHEN, Yi-Chen; JACZYNSKI, Jacek. Functional properties of proteins recovered from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) by isoelectric solubilization/precipitation. **LWT-Food Science and Technology**, v. 42, n. 6, p. 1082-1089, 2009.

VICENTE, L. R. M; JATOBÁ, A; DA SILVA, L. R. Caracterização da produção de Tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes sistemas de cultivo no Sul de Santa Catarina. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, pág. 455-468, 2021.

VIDAL, J. M. A. et al. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 1, p. 92-99, 2011.

VIDOTTI, R.M. **Tecnologias para o aproveitamento integral de peixes**. 2011.

Disponível em:

[http://www.cpaafap.embrapa.br/aquicultura/wpcontent/uploads/2011/10/apresentacao\\_rosevidotti\\_tecnologias-para-o-aproveitamento-integral-depeixes.pdf](http://www.cpaafap.embrapa.br/aquicultura/wpcontent/uploads/2011/10/apresentacao_rosevidotti_tecnologias-para-o-aproveitamento-integral-depeixes.pdf). Acesso em 24/maio/2022.

VISENTAINER, J. V. et al. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácido graxos em cabeça de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Food Science and Technology**, v. 23, p. 478-484, 2003.