



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
CURSO DE NUTRIÇÃO**

**AYLA JORDÂNIA OLIVEIRA CASTRO DE  
SOUZA**

**HIDRÓLISE ENZIMÁTICA PARA AGREGAÇÃO DE VALOR A CARNE  
MECANICAMENTE SEPARADA (CMS) DE TAMBATINGA (*COLOSSOMA  
MACROPOMUM*, *PIARACTUS BRACHYPOMUS*,) E SUA INCLUSÃO EM  
EMPANADOS DE PEIXE**

Palmas, TO

2022

**Ayla Jordânia Oliveira Castro de Souza**

**Hidrólise enzimática para agregação de valor a Carne Mecanicamente Separada (CMS) de tambatinga (*collossoma macropomum*, *piaractus brachypomus*), e sua inclusão em empanados de peixe**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Nutrição da Universidade Federal do Tocantins, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Orientador: Prof<sup>ª</sup> Dra. Caroline Roberta Freitas Pires

Coorientador(a): Prof<sup>º</sup> Me. Viviane Ferreira dos Santos

Palmas, TO

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

S729h Souza, Ayla Jordânia Oliveira Castro de.  
Hidrólise enzimática para agregação de valor a Carne Mecanicamente Separada (CMS) de tambatinga (*colossoma macropomum*, *piaractus brachypomus*), e sua inclusão em empanados de peixe. / Ayla Jordânia Oliveira Castro de Souza. – Palmas, TO, 2022.  
29 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins –  
Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Nutrição, 2022.

Orientadora : Caroline Roberta Freitas Pires

Coorientadora : Viviane Ferreira dos Santos

1. Hidrolisado proteico. 2. Peixe. 3. Carne mecanicamente separada. 4. Empanado. I. Título

**CDD 612.3**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

Ayla Jordânia Oliveira Castro de Souza

Hidrólise enzimática para agregação de valor a Carne Mecanicamente Separada (CMS) de tambatinga (*collossoma macropomum*, *piaractus brachypomus*), e sua inclusão em empanados de peixe

Monografia foi avaliada e apresentada ao curso de Nutrição da UFT- Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Palmas-TO, para obtenção do título de Bacharel em Nutrição e aprovada em sua forma final pelo (a) Orientador (a) e pela Banca Examinadora.

Data da aprovação: 24/07/2022

Banca Examinadora:



---

Dr. Caroline Roberta Freitas  
Pires– UFT  
Orientador e presidente da banca



---

Daphynni Carolinne Moreira Morais



---

Schirlayne de Sousa Lima da Silva  
Examinadora

## **AGRADECIMENTOS**

A minha orientadora Caroline Roberta Freitas e coorientadora Viviane Ferreira pela revisão dos textos e colaboração na constante atualização desse trabalho acadêmico e oportunidade de participar de projetos de pesquisa. A Reserva Conservacionista Piracema, município de Almas – TO pela doação das CMS (Carne Mecanicamente Separada), e a Victória Crystina, minha parceira de projeto de pesquisa e meu apoio no laboratório de tecnologia de alimentos.

## **DEDICATÓRIA**

A Deus pela possibilidade e abertura de consegui me graduar em uma Universidade Federal, a minha mãe Evanilde Oliveira e meu pai Ilmá Castro e meus irmãos Dyonatan e Jheferson por sempre me incentivar na vida acadêmica e me apoiar de todas as formas possíveis e impossíveis. Ao meu grupo de apoio da faculdade, minhas duas amigas essenciais durante toda a graduação, Victória Crystina Maciel e Valéria Araújo e ao meu amigo Kalil Riãn por me acompanhar sempre que necessário às idas à Universidade. Essas pessoas contribuíram incansavelmente para conclusão deste curso de Nutrição. Hoje sou o que sou devido ao meu esforço e apoio e incentivos dessas pessoas extremamente importantes pra mim.

## RESUMO

A produção e demanda de pescado tem aumentado no mundo inteiro. Aliado a isso, ocorre a produção de resíduos oriundos do seu processamento, como a carne mecanicamente separada. Esse resíduo obtido a partir da filetagem pode ser utilizado na adubação, alimentação animal e também na alimentação humana. Outra alternativa que vem sendo explorada com este resíduo, consiste na sua utilização para a produção de hidrolisados proteicos e a inclusão destes em alimentos. O objetivo deste trabalho consistiu em produzir hidrolisado proteico de Tambatinga a partir da carne mecanicamente separada utilizando a enzima papaína e fazer a adição destes hidrolisados em empanados. A produção dos hidrolisados foi realizada mediante combinação dos fatores concentração enzimática (2,0; 1,0; 0,66; 0,33; e 0,22%) e tempo de hidrólise (40 e 60 minutos). Os hidrolisados obtidos foram caracterizados quanto ao grau de hidrólise e percentual de sequestro de radicais livres. Em seguida foram produzidos empanados com três concentrações do hidrolisado (7%, 10% e 13%) que foram caracterizados quanto à sua composição nutricional. A carne mecanicamente separada de Tambatinga mostrou-se como um excelente substrato para a obtenção de hidrolisado proteico, visto que, a mesma apresentou cerca de 20% de sua composição correspondente à proteína. O percentual de sequestro de radicais livres foi influenciado pelo tempo de hidrólise e pela concentração enzimática. A adição de hidrolisado proteico em empanados produzidos com carne mecanicamente separada de tambatinga se mostra uma alternativa viável para o aumento de proteína no produto, devido a alta procura por praticantes de musculação e ser utilizado em uma dieta hiper proteica para quem necessita da suplementação.

**Palavras-chave:** Hidrolisado proteico. Peixe; Carne Mecanicamente Separada. Empanado.

## **ABSTRACT**

The production and demand for fish has increased worldwide. Allied to this, there is the production of waste from its processing, such as mechanically separated meat. This residue obtained from filleting can be used in fertilization, animal feed and also in human food. Another alternative that has been explored with this residue is its use for the production of protein hydrolysates and their inclusion in foods. The objective of this work was to produce protein hydrolyzate of Tambatinga from mechanically separated meat using the papain enzyme and add these hydrolysates in breaded products. The production of hydrolysates was carried out by combining the factors enzyme concentration (2.0; 1.0; 0.66; 0.33; and 0.22%) and hydrolysis time (40 and 60 minutes). The hydrolysates obtained were characterized as to the degree of hydrolysis and percentage of free radical scavenging. Then, breaded products were produced with three concentrations of the hydrolyzate (7%, 10% and 13%) that were characterized as to their nutritional composition. The mechanically separated meat of Tambatinga proved to be an excellent substrate for obtaining protein hydrolyzate, since it presented about 20% of its composition corresponding to the protein. The percentage of free radical scavenging was influenced by hydrolysis time and enzyme concentration. The addition of protein hydrolyzate in breaded products produced with mechanically separated meat from tambatinga is a viable alternative for increasing protein in the product, due to the high demand by bodybuilders and to be used in a high protein diet for those who need supplementation.

Key-words: Protein hydrolyzate. Fish. Mechanically Separated Meat. Breaded.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
2.1	Objetivo Geral.....	10
2.2	Objetivos Específicos .....	10
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>11</b>
3.1	Obtenção da carne mecanicamente separada.....	11
3.2	Análises químicas da carne mecanicamente separada .....	11
3.2.1	Determinação de umidade .....	11
3.2.2	Determinação de lipídios .....	12
3.2.3	Determinação de proteína .....	12
3.2.4	Determinação de Cinzas .....	12
3.2.5	Determinação da fração glicídica.....	13
3.3	Obtenção do hidrolisado.....	13
3.4	Análises químicas do hidrolisado .....	13
3.4.1	Grau de hidrólise .....	13
3.4.2	Determinação da atividade antioxidante por DPPH.....	13
3.5	Elaboração dos empanados de CMST com adição de hidrolisado proteico.....	14
3.7	Análise estatística.....	15
<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	<b>15</b>
4.1	Composição Centesimal .....	15
4.2	Obtenção dos hidrolisados.....	17
4.3	Composição dos empanados.....	21
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de peixe no mundo tem se ampliado desde 1994, e a demanda por pescado não tem sido diferente, pois com a progressão do consumo de peixe, instigou ao crescimento da aquicultura mundial (FAVERET e SIQUEIRA, 1997; VIDAL et al., 2019).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (2020), no ano de 2018 houve um aumento na produção de captura de pescados, crustáceos e outros em 96,4 milhões de toneladas de peixe no mundo. Isso mostra que apesar do grande consumo de carnes vermelhas comumente definido pelas populações, a busca por alimentos mais saudáveis tendenciou-se a crescer, sendo o consumo de peixe em 20,5kg/pessoa/ano.

O Brasil é um país que dispõe de áreas favoráveis por fazer parte dos países que possuem potencial no desenvolvimento de pesca e aquicultura, e ter disponibilidade de água além de um ambiente propício para a produção de diversas espécies (BRASIL,2013).

Ademais, apesar do país não se encontrar no ranking dos maiores produtores de pescados do mundo, houve um aumento considerável na produção de pescados obtendo cerca de 38,70% entre os anos de 2014 a 2020. No ano de 2018 houve um aumento notável no aprimoramento e execução da produção de pescados, produzindo cerca de 579,3 mil toneladas de peixe, já em 2020 foi registrada a quantidade de 803 mil toneladas. (BRASIL, 2013; EMBRAPA, 2020; VIDAL et al., 2019; SNA 2021).

No ano de 2017 o estado do Tocantins, caracterizado por ser um território no qual apresenta clima com alta temperatura e disponibilidade hídrica, mostrou um considerável aumento na produção de peixe com cerca de 18 mil toneladas, com destaque para as espécies de tucunaré, tambaqui e seu híbrido tambatinga, formado pelo cruzamento do tambaqui fêmea (*Colossoma macropomum*) e pirapitinga macho (*Piaractus brachypomum*). (CASTILHO e PEDROZA, 2019; SEAGRO 2018; DE OLIVEIRA et., 2020)

O tambatinga é muito utilizado na indústria de processamento na produção de filé do pescado, e esse processo conhecido como filetagem deixa na carcaça do peixe uma grande quantidade de resíduos, sendo ricos em substância proteica, que muitas vezes é destinado à produção de ração, óleos ou até mesmo no meio ambiente (E SILVA et al., 2020; DA SILVA et., 2018).

Dessa forma, uma maneira de aproveitar esses resíduos de filetagem é com a aquisição da Carne Mecanicamente Separada (CMS), que é formada a partir de uma porção comestível do peixe que se separa de forma mecânica (BERNADINO FILHO et al., 2019).

Uma alternativa para o aproveitamento dessas aparas consiste na utilização da CMS na produção de farinhas, empanados, linguiças, nuggets, salsichas, e enlatados com bons resultados de qualidade nutricional e aceitabilidade no mercado consumidor (GUIMARÃES e CALIXTO, 2017).

Outra proposta promissora para o beneficiamento da CMS é a utilização na produção do hidrolisado proteico de peixe (HPP) obtido pela hidrólise enzimática, método eficaz para modular as fontes de proteínas de baixo consumo em produtos de alto valor biológico, e de excelentes propriedades nutricionais e medicinais, de forma que concentre esse macro nutriente e agregue o nutriente em variadas preparações, para alimentação humana (CHALAMAIAH et al., 2015; NEVES et al., 2016; BARBOSA, 2021).

Para obtenção da hidrólise enzimática da CMS, a enzima papaína que é adquirida a partir dos látex bruto do mamão, é uma boa alternativa devido seu baixo custo, de forma que possui em sua composição uma cadeia de polipeptídeo único necessário para que ocorra a atividade enzimática. (DE OLIVEIRA, 2014).

Assim, a utilização e transformação dos resíduos das filetagens de peixe em produtos que satisfaçam o mercado e que beneficie o consumidor configuram-se como nova fonte de renda para as beneficiadoras além de incrementar receitas e servir de aporte nutricional, com potencial de nova opção para a alimentação humana e redução dos problemas ambientais pelo declínio da produção de resíduos (NEVES et al., 2016).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Produzir hidrolisado proteico de Tambatinga (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*), a partir da carne mecanicamente separada utilizando a enzima papaína e desenvolver empanados para o consumo humano.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar a composição físico-química da carne mecanicamente separada de Tambatinga;
- Produzir hidrolisados da carne mecanicamente separada de Tambatinga utilizando a enzima papaína;

- Avaliar a concentração de enzima/substrato em diferentes tempos na produção de hidrolisados da carne mecanicamente separada de Tambatinga para obtenção de maior grau de hidrólise;
- Produzir empanados de peixe com a utilização do hidrolisado proteico com maior grau de hidrólise da CMS de Tambatinga (fração solúvel e insolúvel) em diferentes concentrações (7%, 10% e 13%);
- Determinar a composição físico-química dos empanados produzidos com diferentes concentrações do hidrolisado;
- Contribuir com a literatura já existente sobre análise de alimentos.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Obtenção da carne mecanicamente separada**

A matéria-prima para o desenvolvimento desta pesquisa foi resíduo do beneficiamento do híbrido (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*), proveniente da Reserva Conservacionista Piracema, município de Almas – TO.

As carcaças do fileteamento do Tambatinga foram processadas em máquinas separadoras de espinhas para a retirada da carne, após esse procedimento foi realizado o congelamento ultrarrápido e transportado em caminhão frigorífico para a cidade de Palmas-To. A CMS obtida foi armazenada em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD), embalados a vácuo, sendo apropriados para alimentos e congeladas a – 18°C até o momento do uso.

#### **3.2 Análises químicas da carne mecanicamente separada**

##### **3.2.1 Determinação de umidade**

Para determinação da umidade, pesou-se cerca de 3g de amostra em cápsulas de porcelana previamente seca e tarada, em seguida levada à estufa (105°C) até atingir peso constante, após esse processo, a cápsula foi transferida para o dessecador para esfriar e não absorver umidade do meio, após esse período, foi pesado a cápsula com a amostra seca. A diferença do peso inicial em relação ao peso final corresponde ao valor da amostra seca (AOAC, 2000).

### **3.2.2 Determinação de lipídios**

Para determinação do extrato etéreo da CMST, pesou-se 3g da amostra seca em cartucho celulósico e, em seguida o acomodou no reboiler previamente seco e tarado, adicionou-se o solvente hexano ao reboiler até a submersão da amostra contida no cartucho, na sequência foi acoplado o reboiler ao bloco aquecedor do aparelho de “Soxhet” em temperatura desejada permanecendo em refluxo por cerca de 3 horas. Após esse intervalo o cartucho foi suspenso acima do nível do hexano, durante 2-3 horas para retirada do solvente. Após evaporação do hexano contido no reboiler, foi levado para a estufa à 105°C até peso constante (AOAC, 2000).

### **3.2.3 Determinação de proteína**

Para determinação de proteína foi pesado 100mg de matéria seca envolvida em papel manteiga, em seguida transferida para o tubo de digestão, com adição de 600mg de  $K_2SO_4$ , 300 mg de  $CuSO_4$  e 5 mL de  $H_2SO_4$ . O tubo foi levado ao bloco digestor suspendendo a temperatura de 50 em 50°C, até a temperatura de 400°C, até a amostra torna-se incolor. Em seguida foi acoplado o tubo com a amostra digerida ao aparelho de Kjeldhal, e adaptado um elenmeyer com 10mL de ácido bórico á saída do condensador, foi adicionado 15mL de NaOH ao reservatório apropriado, vertendo lentamente dentro do tubo previamente acoplado. A temperatura foi acionada para que a caldeira fervesse a água que conduziu a amônia para o erlenmeyer contendo ácido bórico. Em seguida foi coletado 100mL de condensado no erlenmeyer para titulação com HCl até a mudança da cor verde para vermelho. Posteriormente foi calculado o teor de nitrogênio da amostra, transformando para proteína, através do fator de 6,25 (AOAC, 2000).

### **3.2.4 Determinação de Cinzas**

Para determinação de cinzas foi pesado de 5 a 10 gramas de amostra previamente seca em estufa, verificando o peso da cápsula na presença e ausência da amostra para conferência do peso inicial e peso final da amostra. Após a pesagem da amostra seca e pulverizada, as amostras foram levadas ao forno tipo mufla a 550°C por 4 horas até obtenção de cinzas brancas ou levemente cinzas, em seguida esperou-se esfriar em dessecador e procedeu-se o processo de pesagem das amostras (AOAC, 2000).

### 3.2.5 Determinação da fração glicídica

A fração glicídica das amostras foi determinada pela diferença, segundo a equação:

% FG = 100-[% umidade + % extrato etéreo + % proteína + % fração de cinza] considerando a matéria integral.

### 3.3 Obtenção do hidrolisado

A produção do hidrolisado foi realizada conforme metodologia proposta por Paiva et al. (2015) com algumas adaptações.

A CMST foi pesada, adicionada em tubo falcon e homogeneizada com água destilada na proporção 1:10 (sólidos CMST/ ml de água). A enzima foi adicionada após o ajuste da temperatura, na proporção proteína da enzima / proteína substrato. A hidrólise enzimática foi realizada em banho-maria, sob agitação constante, e a reação enzimática foi paralisada por fervura em temperatura de 90°C por 15 minutos.

Para avaliar o efeito da concentração da enzima/substrato (grama de proteína da enzima/ grama de proteína do substrato) foram adotadas as seguintes concentrações (2,0%; 1,0%; 0,66%; 0,33% e 0,22%) a 60°C avaliada nos tempos de 40 e 60 minutos de hidrólise.

### 3.4 Análises químicas do hidrolisado

#### 3.4.1 Grau de hidrólise

Para esta análise, o reagente OPA (ortoftalaldeído) foi preparado de acordo com Church et al. (1983). O grau de hidrólise foi calculado de acordo com Spellman et al. (2003) adaptado.

#### 3.4.2 Determinação da atividade antioxidante por DPPH

Para a determinação da atividade antioxidante total pelo método de DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), foi utilizado a fração solúvel do hidrolisado. Foi adicionado 0,1 mL de amostra a 3,9 mL de solução de DPPH, segundo metodologia proposta por Rufino et al. (2007). Calculando-se o percentual de sequestro do radical DPPH a partir do padrão.

As leituras foram realizadas após 120 minutos, em espectrofotômetro a 515 nm, sendo os resultados obtidos de acordo com a equação 2:

Equação 2:

$$\%SRL = (Ac - Am) \times 100/Ac$$

Em que;

Ac = absorvância do controle

Am = absorvância da amostra

### 3.5 Elaboração dos empanados de CMST com adição de hidrolisado proteico

A escolha do hidrolisado que foi utilizado na elaboração dos empanados, obedeceu ao critério de maior quantificação do grau de hidrólise, de acordo com as variáveis concentração de enzima e tempo de hidrólise. Feita a escolha, o hidrolisado em sua forma integral (fração solúvel e fração insolúvel) foi aplicado na formulação de um empanado de peixe de CMST.

Os ingredientes utilizados nas formulações dos empanados foram adquiridos no comércio local de Palmas – TO, com exceção dos hidrolisados, que foram desenvolvidos no laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins campus Palmas.

Após a obtenção dos hidrolisados da carne mecanicamente separada de Tambatinga foram desenvolvidas 4 formulações de empanados, sendo estas: empanado tradicional sem adição de hidrolisado, e três preparações, acrescidas de hidrolisado proteico de CMST nas concentrações de 7%, 10% e 13% em substituição parcial da carne da formulação.

Todos os ingredientes das formulações foram pesados individualmente em balança analítica digital, conforme apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1-** Proporção dos ingredientes utilizados na formulação dos empanados com diferentes com concentrações de hidrolisado proteico de Tambatinga.

Ingredientes	Formulações dos empanados (g)			
	FC %	F7 %	F10 %	F13 %
CMST	82	75	72	69
Hidrolisado	0	7	10	13
Soja texturizada	5	5	5	5
Amido de milho (g)	4	4	4	4
Cebola desidratada (g)	2,5	2,5	2,5	2,5
Cebolinha desidratada (g)	0,5	0,5	0,5	0,5
Alho desidratado (g)	0,4	0,4	0,4	0,4
Páprica	0,2	0,2	0,2	0,2
Pimenta do reino (g)	0,2	0,2	0,2	0,2
Água	5	5	5	5
Sal (g)	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	100	100	100	100

FC%: Empanado de peixe contendo 0% de hidrolisado de Tambatinga;

F7%: Empanado de peixe contendo 7% de hidrolisado de Tambatinga;

F10%: Empanado de peixe contendo 10% de hidrolisado de Tambatinga;

F13%: Empanado de peixe contendo 13% de hidrolisado de Tambatinga;

Os ingredientes foram adicionados a CMST e misturados até a obtenção de uma massa homogênea. Posteriormente porções da massa foram moldadas, dando forma aos empanados. Em seguida foram passando as porções de empanados no *predust* (a base de milho), logo após pelo *batter* (composto por leite, farinha de trigo, amido e sal) e por fim no *breeding* (a base de milho). Após o término desse processo, todos os empanados foram dispostos em camadas horizontais e empilhados em bandejas, corretamente identificados e congelados à -18°C, até o momento das análises.

### **3.6 Composição físico-química**

As formulações dos empanados de CMST acrescido de hidrolisado proteico de CMST foram caracterizados quanto sua composição química centesimal conforme descrito nos itens 3.2 (3.2.1- 3.2.2 - 3.2.3 - 3.2.4 - 3.2.5).

### **3.7 Análise estatística**

Para a produção dos hidrolisados proteicos de Tambatinga foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com cinco concentrações da enzima papaína (2,0; 1,0; 0,66; 0,33; e 0,22%) e dois tempos de hidrólise (40 e 60 minutos) com 3 repetições.

Para a caracterização dos empanados com adição de hidrolisado proteico de Tambatinga foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com quatro formulações (0 (sem adição do hidrolisado); 7; 10 e 13% de adição) com três repetições. Para realização da análise estatística, foi utilizado o programa *SISVAR*, adotando um intervalo de confiança de 95%. Os resultados obtidos para as análises físico-químicas foram submetidos à análise de variância e o teste de Tukey foi utilizado para comparação das médias (FERREIRA et al., 2000).

## **4 RESULTADO E DISCUSSÃO**

### **4.1 Composição Centesimal**

A tabela 02 apresenta os valores médios da composição centesimal da carne mecanicamente separada de Tambatinga.

**Tabela 2- Composição centesimal da carne mecanicamente separada de Tambatinga.**

<b>Componente</b>	<b>Valores médios</b>
Umidade (%)	78,7 ± 0,5
Lipídios totais (%)	2,8 ± 0,4
Proteína (%)	20,2 ± 0,8
Cinzas (%)	1,1 ± 0,1
Valor calórico (Kcal/ 100g)	106

Valores correspondem à média e desvio padrão ±

A determinação do teor de umidade é importante pois pode inferir sobre a conservação e vida de prateleira dos alimentos, pois está relacionada com sua estabilidade e qualidade (IZIDORO, 2008).

Com isso, de acordo com os resultados, a umidade da carne mecanicamente separada do híbrido Tambatinga apresentou valor médio de 78,7% (Tabela 02). Esse valor foi próximo ao encontrado por Macena (2017), ao avaliar a composição centesimal da carne mecanicamente separada do Tambatinga, obtendo 74,55% de umidade. Ademais, Veit (2012) encontrou para a CMS de tilápia um valor médio de umidade de 78,36%, valor próximo ao obtido no presente estudo. Já Sary et al. (2009), encontraram um valor médio de 74,70% ao avaliarem a CMS de tilápia.

Com relação aos teores de lipídios, foi encontrado na CMS do Tambatinga um valor médio de 2,8% (Tabela 02), já Do Amaral et al. (2013) encontraram nos peixes Aracu e Mapará um teor médio de lipídio de 5,1 e 14,9, respectivamente. De acordo com os mesmos autores, a quantidade de lipídios pode estar associada à idade e ao seu tamanho (DO AMARAL et al., 2013). Marengoni (2009) encontrou um valor médio de 3,86% para a CMS de tilápia, enquanto Sá Júnior et al. (2020) identificaram um teor médio de lipídio de 1,34%. Diante dos teores de lipídios identificados, observou-se que o Tambatinga avaliado, encontra-se favorecido por não ter alta quantidade de extrato etéreo, facilitando o processo de hidrólise (NILSANG et al., 2005).

Quanto ao teor de proteína foi encontrado o valor médio de 20,2% (Tabela 02), quantidade considerada alta ao comparar com outros autores na literatura como, Terres-Ribeiro et al. (2020), Signor et al. (2018) e Freitas et al. (2012) que observaram um teor médio de 12,26%, 11,89% e 9,75%, respectivamente, de proteína na carne mecanicamente separada de tilápia-do-nilo. No entanto, é importante destacar que a composição de cada pescado pode

variari por vários fatores, tais como o sexo, tamanho, idade e espécie (MACEDO-VIEGAS et al., 2008).

No presente estudo, obteve-se 1,1% de cinzas (Tabela 02). Esse percentual de cinzas, está próximo do apresentado por Oliveira Filho et al. (2010) com 1,14%, e do exposto por Kirschnik et al. (2013) de 1,11%, ambos na carne mecanicamente separada de tilápia-do-nilo. Já Paiva et al. (2015) ao avaliarem a CMS de pirarucu, encontraram 3,20%, mostrando uma porcentagem elevada ao se comparar com os estudos apresentados.

#### 4.2 Obtenção dos hidrolisados

Inicialmente a carne mecanicamente separada foi pesada nos tubos. Em seguida, foi adicionada a enzima papaína em diferentes concentrações (2,0; 1,0; 0,66; 0,33; e 0,22%) e posteriormente realizada a análise do grau de hidrólise.

De acordo com os resultados, observou-se que houve um aumento do grau de hidrólise com o aumento da concentração enzimática. Também foi possível observar que os valores médios do grau de hidrólise obtidos para as amostras hidrolisadas por 60 minutos foram maiores que nas amostras hidrolisadas por 40 minutos (Figura 1).

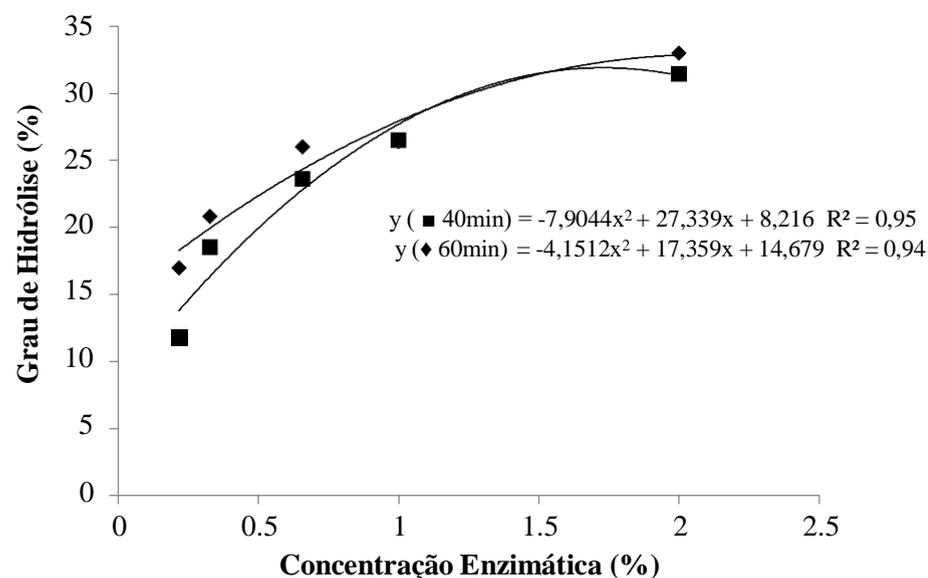


Figura 01- Equação de regressão e coeficiente de determinação da variável % de grau de hidrólise de carne mecanicamente separada de tambatinga hidrolisada com papaína em diferentes concentrações (0,22; 0,33; 0,66; 1 e 2%) nos tempos de 40 e 60 minutos.

A tabela 03 mostra os valores médios de grau de hidrólise (%) de carne mecanicamente separada de Tambatinga hidrolisados com papaína com diferentes concentrações enzimática e tempo.

**Tabela 3 – Valores médios de grau de hidrólise (%) de carne mecanicamente separada de Tambatinga hidrolisados com papaína em diferentes concentrações e tempo de hidrólise**

Hidrolisados	Grau de Hidrólise (%)
CMSTT40minC0,22%	11,78 <sup>h</sup>
CMSTT60minC0,22%	17,02 <sup>g</sup>
CMSTT40minC0,33%	18,60 <sup>f</sup>
CMSTT60minC0,33%	20,86 <sup>e</sup>
CMSTT40minC0,66%	23,66 <sup>d</sup>
CMSTT60minC0,66%	26,00 <sup>c</sup>
CMSTT60minC1,0%	26,41 <sup>c</sup>
CMSTT40minC1,0%	26,49 <sup>c</sup>
CMSTT40minC2,0%	31,45 <sup>b</sup>
CMSTT60min2,0%	32,97 <sup>a</sup>

\*CMST= Carne Mecanicamente Separada de Tambatinga; T40min= Tempo de 40minutos; T60min= Tempo de 60minutos; C= Concentração

De acordo com os resultados observou-se que a amostra que apresentou maior grau de hidrólise e foi estatisticamente diferente das demais amostras, foi a hidrolisada por 60 minutos com uma concentração enzimática de 2,0%, com valor médio de 32,97%.

Foi possível observar também, que o tempo exerceu influência significativa, visto que, a amostra hidrolisada com a mesma concentração enzimática, mas por 40 minutos, apresentou um valor significativamente inferior (31,45%). Não houve diferença estatística significativa entre as amostras hidrolisadas por 40 e 60 minutos com a concentração enzimática de 1% e a amostra hidrolisada por 60 minutos com a concentração enzimática de 0,66%.

As amostras que apresentaram os menores valores de grau de hidrólise foram as hidrolisadas com a menor concentração de papaína (0,22%), sendo que as hidrolisadas por 40 minutos tiveram valores médios significativamente inferiores (11,78%).

Segundo Adler-Nissen (1986) a determinação do nível de hidrólise a partir do grau de hidrólise representa o número de ligações peptídicas que se hidrolisam. Vioque et al. (2001) afirmaram que os hidrolisados proteicos que apresentam grau de hidrólise maiores que 10% podem ser usados como suplementos proteicos servindo para aumentar as propriedades

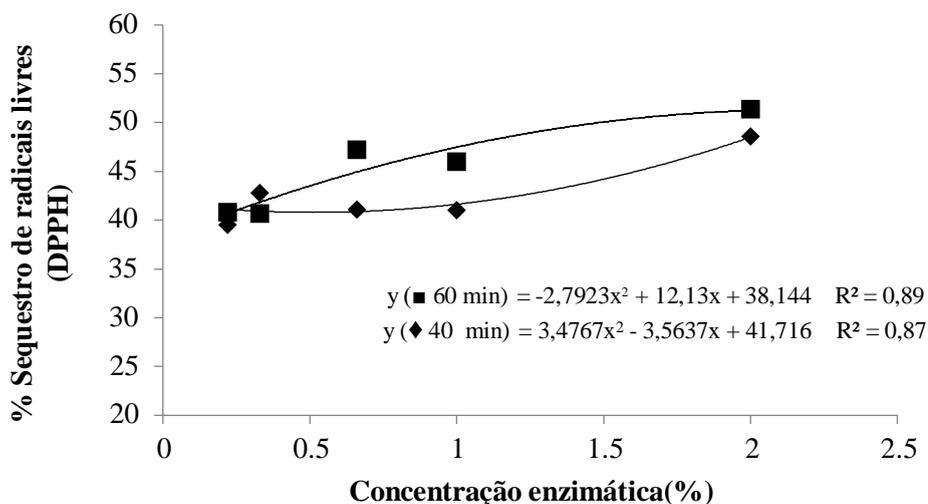
alimentares dos produtos alimentícios. Ao avaliarem o grau de hidrólise do resíduo de sardinha, Broggi et al. (2017) encontraram valores médios próximos (22,2%) aos encontrados no presente estudo, como o grau de hidrólise da concentração de 0,66% no tempo de 40min e 60min, apresentando percentual de 23,66 e 26,00 respectivamente.

Efeito benéfico com relação à utilização da papaína também foi relatado por Lunelli (2015) que avaliaram a utilização de três enzimas (neutrase, papaína e pepsina) na hidrólise enzimática do resíduo de tilápia, variando o tempo de reação. De acordo com os mesmos autores, a papaína aumentou significativamente o grau de hidrólise no tempo de 120 minutos de reação, obtendo um valor de 25,28% (LUNELLI, 2015). Foh et al. (2010) avaliando a funcionalidade e propriedades da tilápia, utilizaram a enzima alcalase, por um tempo de 80 minutos e também obtiveram valores elevados do grau de hidrólise, com médias oscilando entre 23,40 a 25,45%.

Centenaro et al. (2009) observaram que à medida que houve um aumento na concentração da enzima alcalase no hidrolisado proteico de corvina, obteve-se maior grau de hidrólise enzimática, corroborando com os resultados apontados por Ramos (2019), que ao analisar o efeito da hidrólise do mexilhão, também observou que na utilização da enzima alcalase a condição de 25g de substrato com a concentração de 2% de enzima no período de 1h, teve um elevado grau de hidrólise.

Além disso, Bourscheid (2015) encontrou que a relação enzima substrato obteve um bom efeito com 24,21% no grau de hidrólise no coproduto da desossa de frango, com a enzima protamex, no tempo de 110,16 minutos com a concentração de 4,96%. Com isso, ao comparar o que traz a literatura vê-se que há semelhança com presente estudo, de forma que há influência do aumento da concentração da enzima no grau de hidrólise.

Os valores médios do % do sequestro de radicais livres de acordo com as diferentes concentrações da enzima papaína estão expressos na figura 02.



**Figura 02-** Equação de regressão e coeficiente de determinação da variável % de sequestro de radicais livres de carne mecanicamente separada de tambatinga hidrolisada com papaína em diferentes concentrações (0,22; 0,33; 0,66; 1 e 2%) nos tempos de 40 e 60 minutos

De acordo com os resultados observou-se que as amostras que apresentaram maior sequestro de radicais livres foram as hidrolisadas por 60 minutos nas concentrações de 0,66; 1,0 e 2,0% e por 40 minutos com uma concentração enzimática de 2,0%, sendo que estas não se diferiram estatisticamente, com valor médio, oscilando entre 46,03 a 51,34%. Não houve diferença estatística significativa entre as amostras hidrolisadas por 60 minutos com as concentrações enzimáticas de 0,33 e 0,22% com as amostras hidrolisadas por 40 minutos, nas concentrações de 0,22; 0,33; 0,66 e 1,0% (Tabela 4).

**Tabela 4 – Valores médios de % de sequestro de radicais livres (SRL) de carne mecanicamente separada de Tambatinga hidrolisados com papaína em diferentes concentrações e tempo de hidrólise**

Hidrolisados	% SRL
CMSTT40minC0,22%	39,53 <sup>d</sup>
CMSTT60minC0,33%	40,71 <sup>cd</sup>
CMSTT60minC0,22%	40,84 <sup>cd</sup>
CMSTT40minC1,0%	41,02 <sup>cd</sup>
CMSTT40minC0,66%	41,09 <sup>cd</sup>
CMSTT40minC0,33%	42,78 <sup>bcd</sup>
CMSTT60minC1,0%	46,03 <sup>abc</sup>
CMSTT60minC0,66%	47,22 <sup>ab</sup>

CMSTT40minC2,0% 48,59<sup>a</sup>

CMSTT60minC2,0% 51,34<sup>a</sup>

\*CMST= Carne Mecanicamente Separada de Tambatinga; T40min= Tempo de 40minutos; T60min= Tempo de 60minutos; C= Concentração

Maiores valores de percentuais de sequestro de radicais livres foram registrados por Fonseca (2014) ao a atividade antioxidante de peptídeos provenientes do hidrolisado proteico de músculo e resíduo do pescado bijupirá (60,77 e 60,25%), sendo utilizada a enzima flavourzyme no tempo de 30 minutos.

Analisando o hidrolisado da CMS de anchoita, Piotrowicz (2012) observaram um efeito sequestrante de 43,4%, com a enzima alcalase em uma hora de hidrólise, na concentração de 7 mg/mL do hidrolisado, além disso, o autor encontrou o mesmo efeito utilizando a enzima flavourzyme, no período de cinco horas, e obteve o percentual de 45,4%, com a concentração de hidrolisado de 5 mg/mL.

Em um estudo comparativo da atividade antioxidante com hidrolisado de peixe e frango, Centenaro (2008) verificou que a atividade antioxidante varia de acordo o grau de hidrólise, de forma que quanto maior o grau de hidrólise maior a atividade antioxidante, e que o hidrolisado proteico de corvina com a enzima flavourzyme, obteve destaque por ter tido maior potencial antioxidante.

Ramos (2019) ao avaliar as propriedades bioativas do mexilhão, observou que o aumento da concentração de substrato, induziu significativamente a atividade antioxidante, com a reação de duas horas e concentração de 2% da enzima alcalase. Já Fonseca (2014), analisando a atividade antioxidante do hidrolisado de bijupirá identificou que o sequestro de radicais livres apresentou um percentual de 81,35%, do hidrolisado com a enzima protamex.

### 4.3 Composição dos empanados

Os valores médios da composição centesimal dos empanados de pescado com diferentes concentrações de hidrolisado proteico estão apresentados na tabela 05.

**Tabela 5 – Valores médios em porcentagem de matéria integral da composição centesimal de empanados de pescado com diferentes concentrações de hidrolisado proteico.**

Componentes (g/100g)	Formulações			
	FC	F7%	F10%	F13%
Umidade	58,50±0,84 <sup>a</sup>	54,72±0,71 <sup>b</sup>	50,17±0,78 <sup>c</sup>	51,79±1,51 <sup>c</sup>

Extrato etéreo	2,48±0,05 <sup>a</sup>	2,46±0,09 <sup>a</sup>	2,47±0,12 <sup>a</sup>	2,44±0,07 <sup>a</sup>
Proteína	22,83±0,48 <sup>d</sup>	27,44±0,0,0 <sup>c</sup>	29,66±0,48 <sup>b</sup>	31,72±0,58 <sup>a</sup>
Fibra Bruta	0,46±0,07 <sup>a</sup>	0,44±0,04 <sup>a</sup>	0,47±0,01 <sup>a</sup>	0,44±0,05 <sup>a</sup>
Cinza	2,63±0,05 <sup>a</sup>	2,62± 0,06 <sup>a</sup>	2,71± 0,04 <sup>a</sup>	2,72± 0,06 <sup>a</sup>
Carboidratos	13,16± 0,32 <sup>a</sup>	12,13± 0,52 <sup>a</sup>	11,80± 0,49 <sup>a</sup>	12,44± 0,94 <sup>a</sup>
Valor calórico (Kcal)	165,41±3,56 <sup>c</sup>	181,34±3,14 <sup>b</sup>	202,29±3,73 <sup>a</sup>	194,93±4,21 <sup>a</sup>

FC%: Empanado de peixe contendo 0% de hidrolisado de Tambatinga;

F7%: Empanado de peixe contendo 7% de hidrolisado de Tambatinga;

F10%: Empanado de peixe contendo 10% de hidrolisado de Tambatinga;

F13%: Empanado de peixe contendo 13% de hidrolisado de Tambatinga;

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O empanado é um produto cárneo advindo da indústria, produzido a partir de carnes com diferentes espécies de animais, com adição de ingredientes, sendo opcional moldar, e coberto com características apropriadas (BRASIL, 2001).

De acordo com os resultados (Tabela 5), observou-se que a amostra do grupo controle se diferiu significativamente de todas as amostras quanto ao teor de umidade. As maiores médias foram encontradas para as formulações do grupo controle com valores médios de 58,50%, já as amostras com adição de 10% e 13% apresentaram os menores valores médios, não se diferiram significativamente, com médias respectivamente de 50,17 e 51,79%.

A umidade é um fator importante no qual pode favorecer o crescimento microbiológico como o de fungos (DAVID et al, 2021). Essas diferenças também foram encontradas por Veit (2012) com a inclusão de hidrolisados proteicos de tilápia-do-nilo em empanados de peixe, de forma que ao comparar com o valor da amostra controle os níveis de umidade do empanado com adição de hidrolisado, também apresentaram diminuição nos valores.

Com relação aos valores de extrato etéreo (Tabela 5), não houve diferença estatística significativa entre as formulações do grupo controle com as amostras adicionadas de hidrolisado proteico. Os valores médios oscilaram entre 2,44 para as amostras com 13% de hidrolisado proteico para 2,48% nas amostras sem adição do hidrolisado (formulação controle).

Signor et al. (2018), ao fazerem o aprimoramento da qualidade nutricional da CMS da tilápia e sua aplicação em empanados, observaram que o teor de extrato etéreo dos empanados foi 2,86%. No entanto, segundo os pesquisadores, este valor pode estar associado aos extratos etéreos advindos do processo de fritura. Cabe destacar, que no presente trabalho, os empanados

foram assados em forno a gás, e não houve incorporação de extrato etéreo na formulação, apenas os extratos etéreos das matérias-primas adicionadas no preparo das formulações.

Em relação aos teores de proteína dos empanados (Tabela 5), é possível observar que todas as amostras se diferiram estatisticamente, sendo que, as amostras com maiores concentrações dos hidrolisados apresentaram valores significativamente superior. Os menores valores médios foram obtidos para a amostra controle com média de 22,83%. Já para as amostras com adição de 13% de hidrolisado proteico obteve-se valores médios de 31,72%.

Um alimento altamente proteico com adição de hidrolisado vindo da CMS de tambatinga, tem suas vantagens, tanto devido à grande procura no mercado por praticantes de musculação por comidas hiper proteicas, quanto para um paciente em ambiente hospitalar que necessita de uma dieta hiper proteica para ganho de massa muscular em busca de homeostase (OLIVEIRA, 2009).

Bourscheid (2015) em um estudo sobre a otimização do processo de hidrólise enzimática de coproduto de frango e aplicação em hambúrguer, observou que no hambúrguer com adição do hidrolisado obtido com a enzima protamex, houve um teor de proteína de 17,97%, apresentando 6% mais proteína do que a amostra controle.

Com relação ao teor de fibra bruta apresentado pelas formulações (Tabela 5), observou-se que não houve diferença estatística significativa, com valores médios entre 0,44 e 0,47%. Isso pode ser atribuído ao fato de que, as formulações foram alteradas apenas quanto ao teor de carne mecanicamente separada e percentual de hidrolisado proteico, não interferindo nos valores médios.

Os valores de cinzas apresentados no presente estudo (Tabela 5), não tiveram diferença significativa entre si. Veit (2012) avaliando a inclusão de hidrolisado proteico de tilápia em empanado de peixe encontrou um percentual de 1,28% de cinzas no empanado com hidrolisado obtido a partir da enzima protamex, valor abaixo do encontrado no presente estudo.

O teor de carboidrato do presente estudo não apresentou diferença significativa na composição dos empanados nas diferentes concentrações de hidrolisado (Tabela 5), com variação entre 11,80 para formulação com adição de 10% de hidrolisado e 13,16% para a formulação controle. Já Veit (2012) ao avaliar o teor de carboidratos de empanados de peixe com a inclusão de hidrolisado de tilápia produzido com a enzima protamex, encontraram um valor médio de 21,11%, enquanto os empanados enriquecidos com hidrolisado proteico obtidos com a utilização da enzima brauzyn apresentaram um percentual médio de 18,83% de carboidratos. Os autores atribuem que essa variação pode estar associada ao processo de empanamento, já que o mesmo é feito de forma manual, não havendo um padrão na hora do

processo (VEIT, 2012).

O valor calórico das formulações de 10 e 13% foram significativamente maiores que as demais formulações (Tabela 5), sendo que este fato pode estar associado aos elevados teores de proteína, visto que, não houve diferença significativa nos teores de lipídios e carboidratos, constituintes estes que estão inseridos na equação do valor calórico.

## 5 CONCLUSÃO

A análise da composição centesimal da carne mecanicamente separada de Tambatinga, mostrou-se como um excelente substrato para a obtenção de hidrolisado proteico, visto que, a mesma apresentou cerca de 20% de sua composição correspondente à proteína.

A hidrólise da carne mecanicamente separada de tambatinga realizada por 60 minutos com uma concentração enzimática de 2% produziu maiores percentuais de grau de hidrólise.

O percentual de sequestro de radicais livres foi influenciado pelo tempo de hidrólise e pela concentração enzimática.

A adição de hidrolisado proteico em empanados produzidos com carne mecanicamente separada de tambatinga se mostra uma alternativa viável para o aumento de proteína no produto.

O aproveitamento da carne mecanicamente separada de tambatinga na obtenção de hidrolisado proteico permitirá a agregação de valor a produtos utilizados na alimentação humana aumentando seu valor nutricional.

Com isso, a formulação que indicada para ser reproduzida seria a formulação de 10% por apresentar-se em sua preparação uma cor mais clara e possivelmente mais aceitável para a população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER-NISSEN, JENS et al. Hidrólise enzimática de proteínas alimentares. **Editores de ciência aplicada da Elsevier**, 1986.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 17 ed Arlington: AOAC Inc., v.1 e v.2, 2000.

BARBOSA, Mariana Carvalho et al. Avaliação da composição físico-química do concentrado proteico e farinhas liofilizadas obtidos a partir de resíduos do pirarucu (Arapaima gigas). **Scientia Plena**, v. 17, n. 8, 2021.

BERNADINO FILHO, RAIMUNDO; XAVIER, L. C. A. Obtenção, rendimento e caracterização de CMS produzida com resíduos da filetagem de Tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 9, n. 2, p. 01-04, 2019.

BOURSCHEID, CRISTIANE. Otimização Do Processo De Hidrólise Enzimática De Coproduto Da Desossa De Frango E Aplicação Do Hidrolisado Em Hambúrguer. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual De Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico de pesca e aquicultura do Brasil 2011**. Brasília: República Federativa do Brasil, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos Para Alimentos. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 12, de 02 de Janeiro de 2001**. Brasília: Diário Oficial da União de 10 de janeiro de 2001 (a), Seção I, p. 45-53.

BROGGI, J. A. et al. Hidrolisado proteico de resíduo de sardinha como atrativo alimentar para juvenis de jundiá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, p. 505-512, 2017.

CASTILHO, MAURÍCIO ARAUJO; PEDROZA FILHO, M. X. Desafios da agroindustrialização da aquicultura no Estado de Tocantins a partir da abordagem de Cadeia Global de Valor. **Embrapa Pesca e Aquicultura**, 2019.

CENTENARO, GRACIELA SALETE et al. Efeito da concentração de enzima e de substrato no grau de hidrólise e nas propriedades funcionais de hidrolisados proteicos de corvina (Micropogonias furnieri). **Química nova**, v. 32, p. 1792-1798, 2009.

CENTENARO, G. S.; PIOTROWICZ, I. B.; PRENTICE, C. H. Estudo comparativo da atividade antioxidante em hidrolisados protéicos de pescado e de frango. In: **XVII Congresso de Iniciação Científica. Universidade Federal do Rio Grande-Escola de Química e Alimentos. Rio grande: FURG**. 2008.

CHALAMAIAH, M.; JYOTHIRMAYI, T.; PRAKASH, V.D.; DINESH K. B. Antioxidant activity and functional properties of enzymatic protein hydrolysates from common carp

(*Cyprinus carpio*) roe (egg). **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n.9, p. 5817–5825, 2015.

CHURCH, FRANK C. et al. Ensaio espectrofotométrico utilizando o-ftaldialdeído para determinação de proteólise em leite e proteínas isoladas do leite. **Journal of laticínios** , v. 66, n. 6, pág. 1219-1227, 1983.

DA SILVA, G. C. O. et al. Obtenção e caracterização físico-química e microbiológica da gelatina de resíduos de matrinxã (*Brycon amazonicus*) e tambaqui (*Colossoma macroponum*). **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 6, n. 1, p. 74-84, 2018.

DAVID, FELIPE FARAGE et al. Desenvolvimento de uma estufa microcontrolada via arduino para controle da temperatura e umidade do ar de microscópios ópticos. **Brazilian Applied Science Review**, v. 5, n. 1, p. 289-298, 2021.

DE OLIVEIRA, B.; PEDROZA FILHO, M. X. Perspectivas para o Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Piscicultura no Tocantins. **Humanidades & Inovação**, v. 7, n. 14, p. 8-17, 2020.

DE OLIVEIRA, MARI S. R.; DE LIMA FRANZEN, Felipe; TERRA, Nelcindo Nascimento. 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.

DO AMARAL S.; F. C. et al. Efeito do congelamento na composição química e perfil de aminoácidos da carne mecanicamente separada de peixes amazônicos. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 4, n. 1, p. 5-5, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). O protagonismo do Brasil na produção mundial de pescado. **Portal Embrapa**. Brasília, DF. Jun.2020

E SILVA, S. S. et al. Study of protein extraction from residues of tambatinga amazon fish. **Ciência e Natura**, v. 42, p. 10, 2020.

FAVERET FILHO, P. S. C.; SIQUEIRA, S. H. G. Panorama da pesca marítima no mundo e no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 5, p. 185-198, mar. 1997.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual Da Região Brasileira Da Sociedade Internacional De Biometria, 45, São Carlos. Anuais.São Carlos: UFSCar, 2000. P.255-258, 2000.

FONSECA, RENATA ALINE DOS SANTOS DA. **Atividade antioxidante de peptídeos provenientes de hidrolisado proteico de bijupirá (*rachycentron canadum*)**. 2014. 131 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO); World Health Organization (WHO). **FAO Yearbook. Fisheries and aquaculture statistics 2018**. Rome, 2020.

FOH, M. B. K. et al. Funcionalidade e propriedades antioxidantes da tilápia (*Oreochromis niloticus*) influenciadas pelo grau de hidrólise. **Jornal internacional de ciências moleculares**, v. 11, n. 4, p. 1851-1869, 2010.

FREITAS, D. G. C. et al. The sensory acceptability of a tilapia (*Oreochromis niloticus*) mechanically separated meat-based spread. **Brazilian Journal of Food Technology**., Campinas, v. 15, n. 2, p. 166-173, 2012.

GUIMARÃES, J. L. B.; CALIXTO, F. A. A.; MESQUITA, E. F. M. Produção e utilização da carne mecanicamente separada de pescado: uma revisão. **Higiene alimentar**, v. 31, n. 268/269, p. 31-35, 2017.

IZIDORO, D. R. et al. Avaliação físico-química, colorimétrica e aceitação sensorial de emulsão estabilizada com polpa de banana verde. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 67, n. 3, p. 167-176, 2008.

KIRSCHNIK, P. G. et al. Estabilidade em armazenamento da carne de tilápia-do-nilo mecanicamente separada, lavada, adicionada de conservantes e congelada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 935-942, 2013.

LUNELLI, TACIANA. **Reciclagem de resíduos do processamento de tilápia (*Oreochromis niloticus*) visando obter hidrolisado proteico como coproduto**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2015.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; SCORVO, C. M. D. F.; VIDOTTI, R. M.; SECCO, E. M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e o rendimento de processamento de matrinxã. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 22, p. 725-728, 2008.

MACENA, OCILENE. M. C. F. **Carne mecanicamente separada do híbrido *Tambatinga (Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus)* para produção de hambúrguer**. 2017. 126 p. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos-IBILCE) Universidade Estadual Paulista (Unesp), São José do Rio Preto, 2017.

MARENGONI, NILTOM. G. et al. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 168-176, 2009.

NEVES, A. C.; HARNEDY, P. A.; FITZGERALD, R. J. Angiotensin converting enzyme and dipeptidyl peptidase-iv inhibitory, and antioxidant activities of a blue mussel (*Mytilus edulis*) meat protein extract and its hydrolysates. **Journal of Aquatic Food Product and Technology**, v.25, n.8, p. 1221–1233, 2016.

NILSANG, S. et al. Optimization of enzymatic hydrolysis of fish soluble concentrate by commercial proteases. **Journal of Food Engineering**, Bangkok, v. 70, n. 4, p. 571-578, 2005.

OLIVEIRA, D. A.; BENELLI, P.; AMANTE, E. R. Valorização de resíduos sólidos: casca de ovos como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos. **Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change**, São Paulo, 2009.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C. de et al. Elaboration of sausage using minced fish of Nile tilapia filleting waste. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 6, p. 1383-1391, 2010.

PAIVA, F. C. et al. Produção de hidrolisado proteico de pirarucu utilizando-se protease de *Aspergillus flavo-furcatis* e pancreatina. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 89-96, 2015.

PIOTROWICZ, INAJARA BEATRIZ BROSE. **Hidrolisados protéicos de anchoita (engraulis anchoita): obtenção, atividade antioxidante e aplicação em embutido emulsionado**. 2012. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, 2012.

RAMOS, C. M. G. **Efeito da hidrólise enzimática nas propriedades bioativas do mexilhão (*Mytilus galloprovincialis*)**. 2019. 4 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Ciência Alimentar) – Universidade do Minho, Portugal, 2019.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

SÁ JÚNIOR, P. L. S. et al. Rendimento e composição centesimal de filés e carne mecanicamente separada de Saramunetes (*Pseudupeneus maculatus* BLOCH, 1793). **Arquivo de Ciências do Mar**. Fortaleza, v.53. n.1, p.52-62, 2020.

SARY, CESAR et al. Influência da lavagem da carne mecanicamente separada de tilápia sobre a composição e aceitação de seus produtos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 7, n. 4, p. 423-432, 2009.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DO TOCANTINS (SEAGRO). Situação da Aquicultura Tocantinense. **Central 3**. 2018. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/425909/> Acesso: 22/08/2021

SIGNOR, FLÁVIA RENATA POTRICH. **Aprimoramento na qualidade nutricional da carne mecanicamente separada da tilápia do Nilo e sua aplicação em empanados**. 2018. 70 f. Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2018.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA-SNA. Produção de peixes em 2020 atinge 803 mil toneladas no Brasil. Rio de Janeiro, RJ. fev.2021. Disponível em: [https://www.sna.agr.br/producao-de-peixes-em-2020-atinge-803-mil-toneladas-no-brasil/#:~:text=A%20lideran%C3%A7a%20da%20til%C3%A1pia%20%C3%A9,Minas%20Gerais%20\(42.100%20toneladas\)](https://www.sna.agr.br/producao-de-peixes-em-2020-atinge-803-mil-toneladas-no-brasil/#:~:text=A%20lideran%C3%A7a%20da%20til%C3%A1pia%20%C3%A9,Minas%20Gerais%20(42.100%20toneladas)) Acesso: 22/03/2022.

SPELLMAN, D. et al. Proteinase and exopeptidase hydrolysis of whey protein: Comparison of the TNBS, OPA and pH stat methods for quantification of degree of hydrolysis. **International Dairy Journal**, v. 13, n. 6, p. 447-453, 2003.

TERRES-RIBEIRO, C. M. et al. Protein hydrolysate of mechanically separated meat from Nile tilapia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, 2020.

VEIT, JULIANA CRISTINA. Development and proximate, microbiological and sensory characterization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) protein hydrolyzed. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Parana, Toledo. **Biblioteca Digital de Teses e Dissertações**. 2012.

VEIT, J. C.; DE FREITAS, J. M. A.; DOS REIS, E. S., MALUF, M. L.F., FEIDEIN, A. BOSCOLO, W. R. Caracterização centesimal e microbiológica de nuggets de mandi-pintado (*Pimelodus britskii*). **Semina: Ciências Agrárias**. v. 32, n. 3, p. 1041–1048, 2011.

VIDAL, M. de F.; XIMENES, L. F. Produção de pescados na área de atuação do BNB. Fortaleza: **Banco do Nordeste do Brasil**. (Caderno Setorial ETENE), ano 4, n.91, ago.2019.

VIOQUE, JAVIER et al. Obtención y aplicaciones de hidrolizados proteicos. **Grasas y Aceites**, Spain, v. 52. n. 2, p. 132-136, 2001.