



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
PIAUÍ DIRETORIA DE ENSINO - CAMPUS TERESINA CENTRAL
DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO, AMBIENTE, SAÚDE E PRODUÇÃO
ALIMENTÍCIA – DIASPA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

LUANNA MIKAELY ARAUJO SILVA

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO OBTIDO A PARTIR DOS DESCARTES DO
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E DO ÓLEO ENCAPSULADO DE PEIXE

TERESINA – PI

2020

LUANNA MIKAELY ARAUJO SILVA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO OBTIDO A PARTIR DOS DESCARTES DO
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E DO ÓLEO ENCAPSULADO DE PEIXE**

Trabalho apresentado ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Teresina central, como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dr^a Vera Lúcia Viana do Nascimento.

TERESINA – PI

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Luanna Mikaely Araujo
S586a Análise físico-química do óleo obtido a partir dos descartes do tambaqui
(Colossoma macropomum) e do óleo encapsulado de peixe / Luanna Mikaely
Araujo Silva. - 2020.
41 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos) - Instituto
Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2020.
Orientadora : Profa. Dra. Vera Lúcia Viana do Nascimento..
1. Ácidos graxos. 2. Oleoquímicos . 3. Pescados . 4. Nutracêutico. I.Título.

CDD - 664

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

LUANNA MIKAELY ARAUJO SILVA

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO OBTIDO A PARTIR DOS DESCARTES DO
TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) E DO ÓLEO ENCAPSULADO DE PEIXE**

Aprovada em: ____/____/____.

Banca examinadora:

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Vera Lúcia Viana do Nascimento
Doutora em Biotecnologia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

1ª Examinador(a): MSc, Victória Maura Silva Bermúdez
Doutoranda em Ecologia e Recursos Naturais – UFC
Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental - IFCE

2ª Examinador(a): MSc. Edilene Ferreira da Silva
Doutoranda em Ciência dos Alimentos - UFSC
Mestre em Tecnologia de Alimentos – IFCE

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proporcionar perseverança durante toda a minha vida e durante toda a minha caminhada acadêmica. À toda minha família especialmente minha mãe Maria Aparecida Araujo Silva, por todo incentivo, amor, uma verdadeira guerreira que juntamente as minhas irmãs Thays Rayanne Araujo Silva e Maria Luiza da Silva Assunção que torceram para o meu sucesso. Ao meu noivo Gilberson Santos da Silva por me apoiar ,incentivar, me transmitir calma e resiliência durante todo esse longo percurso. A todos os meus amigos do curso de graduação que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito colaborativo. À minha orientadora Prof. Dr^a Vera Lucia Viana do Nascimento que me acolheu e pela sua dedicação e paciência durante o projeto. Seus conhecimentos fizeram grande diferença no resultado final deste trabalho. Também agradeço à instituição e ao seus docentes que nos incentivaram a percorrer o caminho da pesquisa científica.

“O conhecimento nos faz responsáveis”. (Che Guevara)

RESUMO

O óleo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) pode ser obtido a partir dos descartes (vísceras, cabeças, nadadeiras) de suas filetagens. No entanto, o gerenciamento dos resíduos, em grande parte da cadeia da pesca artesanal e de indústrias de beneficiamento de pequeno porte continuam realizando o descarte inadequados dos resíduos de pesca, ocasionando sérios problemas ambientais. Para extração do óleo a espécie Tambaqui foi adquirida no mercado público da cidade de Teresina-PI. As amostras de óleo foram analisadas em triplicatas. O presente trabalho objetivou a caracterização físico-química do óleo extraído dos descartes do Tambaqui e do óleo encapsulado de peixe, a fim de avaliar seus parâmetros de degradação lipídica com base no método *American Oil Chemists Society* (AOCS), em óleo na forma bruta e compará-lo com a caracterização oleoquímica do óleo encapsulado de peixe existente (nutracêutico). A avaliação estatística foi determinada pela análise de variância (ANOVA) e a comparação pelo Teste Tukey, com a significância estabelecida em $p < 0,05$ %. Os programas utilizados foram o *Microsoft Excel* e *Minitab 17 Statistical Software*. O Tambaqui foi adquirido na cidade de Teresina-PI, as amostras preservadas e refrigeradas para extração imediata do óleo pelo método CREXI, para posterior análise em triplicatas. As análises físico-químicas realizadas foram dos índices de iodo, índice de peróxido, índice de acidez. Apenas o lote 4 apresentou maior índice de acidez (3,53 mg NaOH/g), enquanto o menor índice de acidez encontrado foi no lote 3, enquanto que no óleo encapsulado observou-se a menor degradação desses óleos. Foi constatado que o óleo encapsulado de peixe evidenciou uma maior concentração dos ácidos graxos poli-insaturados comprovados pelo índice de iodo ($280,33^d$ g I_2 / 100 g). O nutracêutico revelou maior grau de insaturação, enfatizando a vulnerabilidade das ligações duplas de seus ácidos graxos a necessidade de mais estudos.

Palavras-chave: Ácidos graxos. Oleoquímicos. Pescados. Instabilidade. Nutracêutico.

ABSTRACT

Tambaqui oil (*Colossoma macropomum*) can be obtained from the discards (viscera, heads, fins) of its fillets. However, the management of waste, in a large part of the artisanal fishing chain and small processing industries, continues to carry out the inadequate disposal of fishing waste, causing serious environmental problems. For oil extraction, the Tambaqui species was purchased in the public market in the city of Teresina-PI. The oil samples were analyzed in triplicates. The present work aimed at the physical-chemical characterization of the oil extracted from the discards of Tambaqui and the encapsulated fish oil, in order to evaluate its parameters of lipid degradation based on the American Oil Chemists Society (AOCS) method, in crude oil and to compare it with the petrochemical characterization of the existing encapsulated fish oil (nutraceutical). The statistical evaluation was determined by analysis of variance (ANOVA) and the comparison by the Tukey Test, with the significance established at $p < 0.05\%$. The programs used were Microsoft Excel and Minitab 17 Statistical Software. Tambaqui was acquired in the city of Teresina-PI, the samples preserved and refrigerated for immediate oil extraction by the CREXI method, for later analysis in triplicates. The physical-chemical analyzes performed were of the iodine index, peroxide index, acidity index. Only batch 4 showed the highest acidity index (3.53 mg NaOH / g), while the lowest acidity index was found in batches 3, while in the encapsulated oil the lesser degradation of these oils was observed. It was found that the encapsulated fish oil showed a higher concentration of polyunsaturated fatty acids proven by the iodine index (280.33d g I₂ / 100 g). The nutraceutical showed a higher degree of unsaturation, emphasizing the vulnerability of its double bonds fatty need further studies.

Keywords: Fatty acids, Oleochemicals. Fish. Instability. Nutraceutical.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) , peixe natural do rio Amazonas.

Figura 2. Fluxograma do processamento e obtenção do óleo.

Figura 3. Amostras do peixe Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

Figura 4. Vísceras separadas (cabeças, nadadeiras).

Figura 5. Vísceras no processo de cocção hidrotérmica

Figura 6. Óleo de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) já extraído

Figura 7. Análise de acidez pelo método AOCS.

Figura 8. Análise de peróxido pelo método AOCS.

Figura 9. Análise de iodo pelo método AOCS.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Avaliação sensorial do Tambaqui (*Colossoma macropomum*).....23

Tabela 02 – Parâmetros óleoquímicos do óleo bruto de tambaqui e nutracêuticos...24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGL	Ácidos Graxos Livres
%AGL	Percentagem de Ácidos Graxos Livres
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ANOVA	Análise de Variância
AOCS	Amercan Oil Chemists Society
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
g	Gramma
IA	Índice de Acidez
II	Índice de Iodo
IP	Índice de Peróxido
Kg	Quilograma
L	Litro
Meq O ₂ /Kg	Milequivalente de Oxigênio Ativo Por 1.000 gramas
ml	Mililitro
mm	Milímetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 CARACTERIZAÇÕES DO TAMBAQUI (<i>COLOSSOMA MACROPOMUM</i>)	14
3.2 A PRODUÇÃO E CONSUMO DE PESCADOS	14
3.3 IMPORTÂNCIA NUTRICIONAL E ÁCIDOS GRAXOS DOS PESCADOS	15
3.4 ÓLEO EXTRAÍDO DOS REJEITOS DE FILETAGENS	15
3.5 CONTROLE DE QUALIDADE DE PESCADO	16
3.6 IMPORTÂNCIA LIPÍDICA DOS PESCADOS	17
3.7 INDUSTRIALIZAÇÃO E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DO PESCADO	18
3.8 NUTRACÊUTICOS	18
4 METODOLOGIA	19
4.1 AQUISIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA	19
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	20
4.3 ANÁLISE SENSORIAL	20
4.4 TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DO TAMBAQUI	20
4.5 TRATAMENTO DAS AMOSTRAS	20
4.5.1 Extração do óleo dos descartes de tambaqui	21
4.5.2 Caracterização físico-química do óleo do (<i>colossoma macropomum</i>)	21
4.5.3 Índice de acidez (IA)	21
4.5.4 Índice de peróxido (IP)	25
4.5.5 Índice de iodo - método AOCS Cd 1c-85	26
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
5 RESULTADO E DISCUSSÃO	27
5.1 Análise sensorial	28
5.2 Análises químicas dos óleos extraído e do encapsulado	28
6 CONCLUSÃO	32
REFERENCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a busca por alimentos saudáveis e com qualidade vem aumentando nos últimos tempos e de forma global, pela importância das proteínas e pela composição de ácidos graxos dos poli-insaturados dos pescados. No Brasil, ressalta-se o consumo do peixe tambaqui (*Colossoma macropomum*), que é uma espécie natural da América do sul e amplamente comercializada em 24 territórios brasileiros. O tambaqui é uma espécie amazônica introduzida nas pisciculturas do sul do país a partir da década de 70 e com restrições às temperaturas baixas (Tayel, 2016; Lopera-barrero, 2011; Ranzani-paiva *et al.*, 2018). A partir de então, foi observado o seu aumento de consumo.

A produção mundial utilizada de pescado vem apresentando grande crescimento nos últimos anos, chegando a 20,3 kg per capita em 2016, fornecendo mais da metade do pescado para alimentação humana (Oliveira *et al.*, 2019). Sendo que o Estado de Rondônia é líder nacional em produção de peixes nativos de água doce em cativeiro da espécie tambaqui (Viana *et al.*, 2016). Segundo a Associação Brasileira da Piscicultura, em 2017, a produção brasileira de pescado foi de 691,7 mil toneladas (ABP, 2017; Rocha *et al.*, 2019).

O Brasil mostra grande potencial para a piscicultura ao abrigar a maior reserva de água doce do planeta, tendo uma infinidade de rios, lagos e cursos d'água distribuídos em três principais bacias: São Francisco, Paraná e Amazônica. Esta última vem a ser a maior do mundo, concentrando a média de 15% das águas continentais do planeta, com descarga média de 218 mil L/s (SUFRAMA, 2003; ALMEIDA *et al.*, 2018).

Dentre os principais atrativos do tambaqui aos piscicultores, destacam-se a facilidade de obtenção de juvenis, bom potencial de crescimento, alta rusticidade e grande aceitação pelo mercado consumidor, que ganha impulso com a redução nos estoques naturais de tambaqui e qualidade superior desse tipo de peixe produzido em cativeiro (EMBRAPA, 2016). Isto leva ao desenvolvimento da Aquicultura com peixes de cultivo como o Tambaqui e outras espécies importantes.

Em geral, a composição química do pescado é extremamente variável, contendo entre 70 a 80% de umidade, 15 a 24% de proteína, 0,1 a 22% de gordura e 1 a 3% de minerais. Grande parte do excesso de gordura em peixes redondos, como o tambaqui, é depositada na cavidade abdominal, o que resulta em maior

perda do rendimento das partes comestíveis ou menor rendimento no processamento final do peixe. Mas, todos esses descartes resultam em matérias primas alternativas com potencial de aproveitamento lipídico para diversos outros subprodutos de utilização industrial (SALES e MAIA, 2013).

Os ácidos graxos ômega-3 dietéticos que principalmente presentes nos óleos de peixe têm muitos efeitos positivos em vários aspectos fisiológicos processos e são importantes para a saúde humana (WANG et al., 2016). Além disso, as indústrias nutracêuticas fazem seu papel importante no aproveitamento alternativo das matérias primas graxas para suplementos alimentares humanos e para animais.

Peixes e outros animais marinhos são a fonte mais rica de ômega-3 de cadeia longa poliinsaturada ácidos graxos (LC PUFA) na dieta humana. Efeitos positivos para a saúde dos PUFAs ômega-3 LC, especialmente ácido eicosapentaenóico C20: 5 n-3 (EPA) e ácido docosahexaenóico C22: 6 n-3 (DHA), são bem demonstrados (Kalanowski, 2010).

Os óleos de peixe encapsulados, ricos em n-3 PUFA, tornaram-se um dos mais suplementos dietéticos populares em todo o mundo com milhões de consumidores. Há uma ampla gama de benefícios reivindicados para os óleos de peixe n-3 incluindo a prevenção de doenças cardiovasculares, declínio cognitivo reduzido, e o melhor manejo de doenças inflamatórias (artrite, doença inflamatória intestinal e asma), benefícios significativos (Cameron-smith; Albert e Cutfield, 2015).

Verifica-se também a necessidade de aproveitar para extrair acúmulo de gordura e dos resíduos das filetagens, que são descartados diariamente nas unidades produtoras. Em geral, os peixes de menor porte possuem tendência em acumular menor proporção de gordura na cavidade abdominal quando comparados aos indivíduos adultos. Os rejeitos de filetagens podem ser considerados tratados como resíduos não aproveitados economicamente (KUBITZA, 2004; FERNANDES; DORIA; MENEZES, 2018).

Os resíduos são todos os subprodutos e sobras geradas durante o processamento de qualquer alimento, sendo estes considerados de baixo valor comercial (Silva, 2018). Os descartes inadequados de resíduos da pesca artesanal e de indústrias de beneficiamento, ocasionam sérios problemas ambientais de contaminação. Mas, os rejeitos de filetagens podem ser aproveitados como alternativa viável como matéria prima importante para a industrialização de produtos, promovendo o desenvolvimento econômico da região (Pinto et al., 2017; Decker et

al., 2016).

Diante desta contextualização, devido a crescente demanda há um aumento significativo nos descartes das indústrias produzidos pelos pescados, esses descartes podem servir de matéria prima para diversos subprodutos como o óleo de tambaqui. Os óleos processados necessitam de monitoração no que diz respeito às características de qualidade do pescado, o aproveitamento alternativo de rejeitos das Unidades de Produção de Pescado agrega valor e melhora a economia da região, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da população carente.

Diante do exposto, presente trabalho objetivou analisar os parâmetros físico-químicos importantes da qualidade e conservação do óleo extraído dos descartes do tambaqui, do óleo de peixe encapsulado com a realização das determinações dos índices, de acidez, de peróxido e de iodo, e características sensoriais da espécie tambaqui (*Colossoma macropomum*) *in natura*.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características físico-químicas do óleo extraído de descartes industriais do espécie Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e do óleo comercial encapsulado de peixe.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar as características sensoriais do peixe tambaqui, segundo os parâmetros de qualidade para peixe fresco (cor dos olhos, brilho da superfície, brânquias, textura, e odor);
- Extrair o óleo a partir dos descartes do *Colossoma macropomum*, utilizando o método CREXI;
- Determinar os parâmetros oleoquímicos do óleo dos descartes de Tambaqui, segundo AOCS: índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo.
- Comparar os valores médios dos índices encontrados com os dados da legislação e da literatura sobre óleos de peixe.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CARACTERIZAÇÕES DO TAMBAQUI (*COLOSSOMA MACROPOMUM*)

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe tropical nativo das bacias dos rios Amazonas, sendo um dos mais consumidos no Brasil, destacando-se com maior produção da espécie nativa. Na região Norte, essa produção chega a 65.000 toneladas de peixes (Campos *et al.*, 2015; Da costa *et al.*, 2019). Pertence à classe Osteichthyes, ordem Characiformes e família Serrasalminidae (Barçante; Sousa, 2015).

Esta é a única espécie do gênero *Colossoma*, mas as outras duas espécies comercialmente importantes, estreitamente relacionadas, pirapatinga (*Piaractus brachipomus* Cuvier, 1818) e pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) foram previamente classificados nesse mesmo gênero, com nomes científicos *Colossoma brachipomus* e *Colossoma mitrei*. (CALCAGNOTTO; DESALLE, 2009; WOYNÁROVICH; VAN ANROOY, 2019).

O tambaqui é criado em diversos sistemas (de extensivos a intensivos), e a duração do ciclo depende de vários fatores: como densidade de estocagem; qualidade e tipo de alimento fornecido (natural ou artificial, ração comercial ou artesanalmente processada); manejo alimentar adotado (quantidade de ração, frequência alimentar), qualidade da água, entre outros. Devido a essas condições ciclo pode durar de 8 a 12 meses, para despescar tambaquis de 1,0 kg a 2,0 kg, e de 12 a 18 meses, para despescar tambaquis com mais de 2,0 kg (EMBRAPA, 2018).

Tambaqui apresenta características morfológicas e fisiológicas diferentes de acordo com sua origem, sendo os de cultivo, geralmente, mais arredondados, apresentam nadadeiras um pouco mais longas e poucas imperfeições, além de mais corados, devido à alimentação diferenciada com ração. Já os tambaquis capturados nos rios têm corpo mais alongado, sinais de esfolamento e nadadeiras com mais imperfeições (mordidas, rasgos etc) e se alimentam de frutos (LIMA, 2016, OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Figura 1: Tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe natural do rio Amazonas.



Fonte: Autor, 2020

3.2 A PRODUÇÃO E CONSUMO DE PESCADOS

A produção total da piscicultura brasileira foi de 507,12 mil toneladas em 2016, representando um aumento de 4,4% em relação ao ano anterior (IBGE, 2016). A quantidade total de peixe produzido em nível mundial é projetada em 196,3 Mt até 2028, um aumento de 14% em relação ao período base (média de 2016-18) e um adicional 24,1 Mt de peixes e frutos do mar em termos absolutos (FAO, 2019).

A produção oriunda da piscicultura no Estado do Amazonas cresceu 7.425,99 toneladas de 2013 para 2014, o que representa um aumento de 49,29% e está associada a aproximadamente 2.980 produtores, caracterizados como piscicultores familiares, distribuídos em todos os municípios do Estado. Entre as espécies mais cultivadas, estão o tambaqui, o matrinxã e o pirarucu. É a segunda espécie mais cultivada no Brasil com 27,0% do total de peixes, maior no Norte do País, e representou 79,8% do total nacional, em 2016 (IBGE, 2016).

Dentre os principais atrativos do tambaqui aos piscicultores, destacam-se a facilidade de obtenção de juvenis, bom potencial de crescimento, alta rusticidade e grande aceitação pelo mercado consumidor, que ganha impulso com a redução nos estoques naturais de tambaqui e qualidade superior desse tipo de peixe produzido em cativeiro (EMBRAPA, 2016).

São diversas as formas de consumo do pescados, seja elas para fins alimentícios ou não, como é o caso do óleo e das farinhas, que são subprodutos dos pescados. A maior parte da utilização da produção de peixe está na forma de produtos para consumo humano e essa parcela deverá crescer a partir de 89% no período base (2016-18) para 91% até 2028 (FAO, 2019).

3.3 MPORTÂNCIA NUTRICIONAL E ÁCIDOS GRAXOS DOS PESCADOS

O peixe representa uma excelente fonte de proteína animal e outros nutrientes, como os lipídios. Possui proteínas, formadas por aminoácidos essenciais, de alto valor biológico constituídas por elevado teor de lisina, que é um aminoácido iniciador do processo digestivo de alta absorção e necessário à dieta brasileira (SOARES; GONÇALVES, 2012; ABRAHA, 2018; EMBRAPA, 2019). Outros nutrientes são ricos em ácidos graxos poli-insaturados importantes para o funcionamento dos organismos.

Os óleos de peixe possuem ácidos graxos essenciais que têm efeitos benéficos, sendo fontes de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (PUFA), especialmente aqueles constituídos pela série n-3 , principalmente por ácido 15icosapentaenoico (EPA) ácido docosahexaenóico (DHA) e as séries n-6, incluindo ácido araquidônico (AA) e ácido γ -linolênico (GLA) (Byun *et al.*, 2008).

Peixes e frutos do mar, têm um alto valor nutricional quanto a quantidades benéficas de proteínas, lipídios e micronutrientes essenciais. Alimentos de animais aquáticos são uma rica fonte de proteína e têm uma densidade calórica mais baixa, e têm um alto conteúdo de Ômega 3 de cadeia longa poli-insaturada ácidos graxos (PUFAs n-3 LC) em comparação com os animais (Tacon; Metian, 2013; Tilami; Sampels, 2018).

3.4 ÓLEO EXTRAÍDO DOS REJEITOS DE FILETAGENS

O óleo de peixe pode ser obtido de diferentes espécies dependendo da área de produção. A matéria prima é composta por três frações principais, que incluem sólidos, óleo e água, em que os componentes são separados da melhor maneira possível, geralmente obtendo farinha de peixe e óleo de peixe (Bonilla-méndez; Hoyos-concha, 2018).

A extração do óleo do peixe inteiro ou dos resíduos gerados destinados (cabeça, vísceras, nadadeiras, escamas e pele) para alimentação animal tem sido proposta para a fabricação de farinha, silagem e óleo de pescado, surgindo como opção de baixo custo (PINTO *et al.*, 2017). Existem vários tipos de métodos de extração de óleo de peixe.

Os métodos de extração, geralmente, usados são de renderização úmida e a seco, que não exigem produtos químicos durante o processo. A extração de renderização úmida envolve cozimento de peixe com vapor para danificar a estrutura da célula e pressionando o óleo do peixe cozido, processo de extração por via úmida envolve as vísceras congeladas, para a obtenção da separação da água e do sobrenadante. Cozinhar em altas temperaturas (85-95° C), prensagem e centrifugação (Nazir; Diana; Sayuti, 2017; Oliveira; LE; da Silva, 2013; Fouda, 2018).

Contudo, as práticas de descartes de filetagens podem ser conduzidas na agroindústria que beneficia pescado, inclusive, os resíduos provenientes de cultivo. Aparas e descartes comestíveis são utilizados para produção de concentrados proteicos, farinha e óleo de peixe (RIBEIRO, 2015).

3.5 CONTROLE DE QUALIDADE DE PESCADO

A qualidade pode se definir por diversos aspectos nos quais incluem: higiene, valor nutricional e dietético, frescura, facilidade de utilização pelo consumidor, suas propriedades intrínsecas (sensoriais) e disponibilidade. Com relação ao pescado a qualidade é mais explícita em comparação com outros de origem animal, por causa das suas características e o habitat natural (NUNES *et al.*, 2007).

A manutenção da qualidade e da inocuidade do pescado é imprescindível para se obter um alimento seguro, havendo a necessidade de cuidados em todas as etapas da cadeia produtiva. Visando à melhoria da qualidade dos produtos da pesca, deve-se ressaltar a importância do uso constante de boas práticas de manipulação, procedimentos-padrão de higienização e análise de perigos e pontos críticos de controle (Santos *et al.*, 2019).

O pescado tem um alto valor nutritivo, por ser uma fonte rica de proteína animal, sendo caracterizado com elevada digestibilidade e por ser um alimento saudável. Além disso possui um elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados. Devido ao teor elevado de nutrientes, o pH próximo à neutralidade e à elevada

atividade de água nos tecidos, facilitam o desenvolvimento de micro-organismos (Yamada; Ribeiro, 2015).

O controle da qualidade do pescado inicia-se com a inspeção sanitária da matéria-prima, estendendo-se aos entrepostos e sistema de transporte, atingindo por último as indústrias processadoras. Por ser rico em ácidos graxos poli-insaturados estão susceptíveis as oxidações, por isso o controle de qualidade oleoquímico envolve vários testes laboratoriais que compreendem as determinações (AOCS) dos índices de acidez e Ácidos Graxos Livres (AGL), índice de peróxido, índice de iodo e índice de saponificação, que revelam as características de conservações do óleo consumido e armazenado.

3.6 IMPORTÂNCIA LIPÍDICA DOS PESCADOS

Os lipídios são nutrientes de alta energia que podem ser utilizados para poupar substituir parcialmente a proteína alimentos para aquicultura, tendo cerca de duas vezes a energia densidade de proteínas e carboidratos. Lipídios tipicamente compõem cerca de 7 a 15% das dietas para peixes, fornecem ácidos graxos essenciais e servem como transportadores de gorduras vitaminas (CRAINING *et al.*, 2017).

O óleo de pescado é composto por uma variedade de ácidos graxos (saturados, mono e poli-insaturados) contendo os mesmos tipos de ácidos graxos que outros óleos e gorduras, os quais se diferem apenas em relação ao seu conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (FELTES *et al.*, 2010).

São muitos os benefícios que os lipídios marinhos contribuem para nossa saúde em geral, e bem conhecidos, amplamente documentados. Os altos níveis de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa (PUFAs) nutricionalmente valiosos, principalmente ácido poli-insaturado (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA), juntamente com suas propriedades, tornam os lipídios dos peixes únicos e um produto economicamente valioso e promissor. Os recursos de óleos marinhos das pescas predatórias estão escassos ou limitados e isso sugere a necessidade de exploração de fontes alternativas (IVANOV; BLUMBERGA, 2017; ŠIMAT *et al.*, 2019).

Dentre a família de ácidos graxos, os Ômega 6 e 3 são os mais importantes nas dislipidemias. O ácido linoleico pertence à família dos ácidos graxos ômega 6, e

o alfa linolênico, a família dos ácidos graxos Ômega 3 (COSTA; ROSA, 2010). O peixe tem um papel particular como fonte os ácidos graxos Ômega-3 de cadeia longa a exemplo dos ácidos graxos 18oli-insaturados¹⁸ (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA), que é importante para o cérebro e sistema neural ideais desenvolvimento infantil (Paul *et al.*, 2015 e Mohanty *et al.*, 2016; Bhowmick, Sridhar, Giri, 2018).

Os ácidos graxos 18oli-insaturados Ômega-3, especialmente o ácido EPA e ácido DHA, em vários estudos foram relacionados a vários benefícios para a saúde, como risco reduzido de doenças cardiovasculares, doenças inflamatórias e desenvolvimento neuropsicomotor infantil. Peixe e o óleo de peixe são as principais fontes desses PUFA's saudáveis (Honold; Nouard; Jacobsen, 2016).

3.7 INDUSTRIALIZAÇÃO E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS DO PESCADO

A gestão e processamento de subprodutos e resíduos de peixe é uma prioridade ambiental e social para muitos países, sendo mais problemático devido ao aumento dos volumes de produção. O processamento de peixe na indústria gera grandes quantidades de resíduos de tecidos e subprodutos que tendem a ser descartados ou comercializados com baixo valor para fertilizantes ou ração animal (LIN; LI, 2009; FOU DA, 2018). Isto representa uma excelente alternativa para o aproveitamento de rejeitos dos pescados como matéria prima aplicada à industrialização de diversos produtos inovadores.

As indústrias de processamento de pescado têm apresentado grande interesse na inovação de produtos, utilizando a carne mecanicamente separada de pescado (CMS), resíduos gerados no processamento do tambaqui após a filetagem do pescado. Além disso, produtos que pode ser incluído na alimentação de crianças e idosos, pois não contêm espinhas e possui elevado valor nutricional. Ainda com relação ao aproveitamento integral do pescado, pode-se elaborar o surimi (pasta de pescado) a partir da carne mecanicamente separada (ALBUQUERQUE *et al.*, 2016; EMBRAPA, 2018).

3.8 NUTRACÊUTICOS

Baseado no conceito de alimentação saudável surgiram os compostos nutracêuticos. Este termo foi criado em 1990 pelo endocrinologista e farmacêutico

clínico Stephen De Felice o qual foi presidente da Fundação para a inovação em Medicina (Gomes ;Magnus; Souza, 2017).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), igualmente não reconhece o termo nutracêutico. No entanto, a Resolução RDC nº 2, de 2002, define substância bioativa, a definição oficial mais equiparável a nutracêuticos. Essa é definida como nutriente ou não nutriente com ação metabólica ou fisiológica específica no organismo, devendo estar presente em fontes alimentares, seja de origem natural ou sintética, sem finalidade medicamentosa ou terapêutica (BRASIL, 2002). Os nutracêuticos podem ser classificados em fibras dietéticas, ácidos graxos poliinsaturados, proteínas, peptídios, aminoácidos ou cetoácidos, minerais, vitaminas antioxidantes e outros antioxidantes (BARCAROL *et al*, 2012).

Os ácidos graxos ômega-3 dietéticos que principalmente presentes nos óleos de peixe têm muitos efeitos positivos em vários aspectos fisiológicos processos e são importantes para a saúde humana como sensível ao calor e a produtos químicos substância, o DHA é frequentemente encapsulado para evitar a deterioração armazenamento e microencapsulação usando secagem por pulverização é comum opção para este fim (WANG *et al.*, 2009).

4 METODOLOGIA

4.1 AQUISIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

O trabalho foi executado no laboratório de TPOA (Laboratório de Tecnologia dos produtos de Origem Animal e Laboratório de Bromatologia, localizados no Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia do Piauí-campus Teresina central-(IFPI), onde ocorreram os processos de extração do óleo e realizaram-se as análises físico-químicas.

Os peixes de cultivo da espécie *Colossoma macropomum* (Tambaqui) foram obtidos no mercado local da cidade de Teresina/PI de forma aleatória, e acondicionados em sacos plásticos de polietileno com lacre e colocados em caixas isotérmicas, contendo placas de gelo seco, e transportadas até o laboratório do IFPI (TPOA)-Campus Teresina Central.

As capsulas de óleo de peixe 1000 mg Ômega 3 contendo ácidos graxos EPA e DHA foram obtidas em uma farmácia do empreendimento Pague Menos S/A,

supervisionada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, localizada na cidade de Teresina-PI. O frasco âmbar de nutracêuticos foram levados ao laboratório, onde foi realizado a extração do óleo de peixe com auxílio de uma seringa descartável virgem, onde o óleo das cápsulas foi colocado em becker e levado para fazer as análises oleoquímicas.

4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental é do tipo casualizado, onde as amostras de óleo de tambaqui foram analisadas em triplicatas. Foram realizados 03 tratamentos e 05 repetições, 45 análises e 15 brancos, totalizando 60 amostras a ser analisadas.

4.3 Análise sensorial

A análise sensorial é o critério para selecionar matérias-primas de alta qualidade. Peixe "fresco" é definido como aquele com características sensoriais claras que podem proporcionar maior aceitação ao consumidor. O método de qualidade utilizado no tratamento sensorial do tambaqui seguiu as seguintes características: cor dos olhos, brilho da superfície, textura e odor (OETTERER, 2002).

4.4 Transporte e armazenamento do tambaqui

As amostras de peixes foram acondicionados em sacos plásticos de polietileno em caixa isotérmica contendo gelo seco, onde dirigiu-se até o laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal do Instituto Federal do Piauí (IFPI), Campus Teresina Central. Os peixes foram armazenados sob refrigeração para proteger a frescura, mantendo a cadeia de frio para que não sofra mudanças nas características sensoriais de qualidade do pescado. Após estas análises, as amostras serão congelados a $-5^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ para manter as características do pescado, para que não ocorra mudanças e nem reações naturais, e nem descoloração rapidamente que caracterize um pescado avariado. A fim de prevenir a deterioração microbiana, deve ser rapidamente arrefecido a baixa temperatura (-2°C) e ser mantidos à temperatura de armazenamento a frio (entre 0°C e 4°C) (Ünal sengör *et al.*, 2018).

4.5 Tratamento das amostras

Os peixes foram filetados, com facas de inox, onde foram separadas as cabeças e divididas ao meio, também ocorreu evisceração e cortadas as nadadeiras. Com exceção da vesícula biliar, guelras, fígado e pulmão, todo esses rejeitos contendo teores elevados de gorduras, inclusive, vísceras serão colocados em recipientes plásticos e armazenados adequadamente, aguardando o momento do início do processo de extração do óleo.

4.5.1 Extração do óleo dos descartes de tambaqui

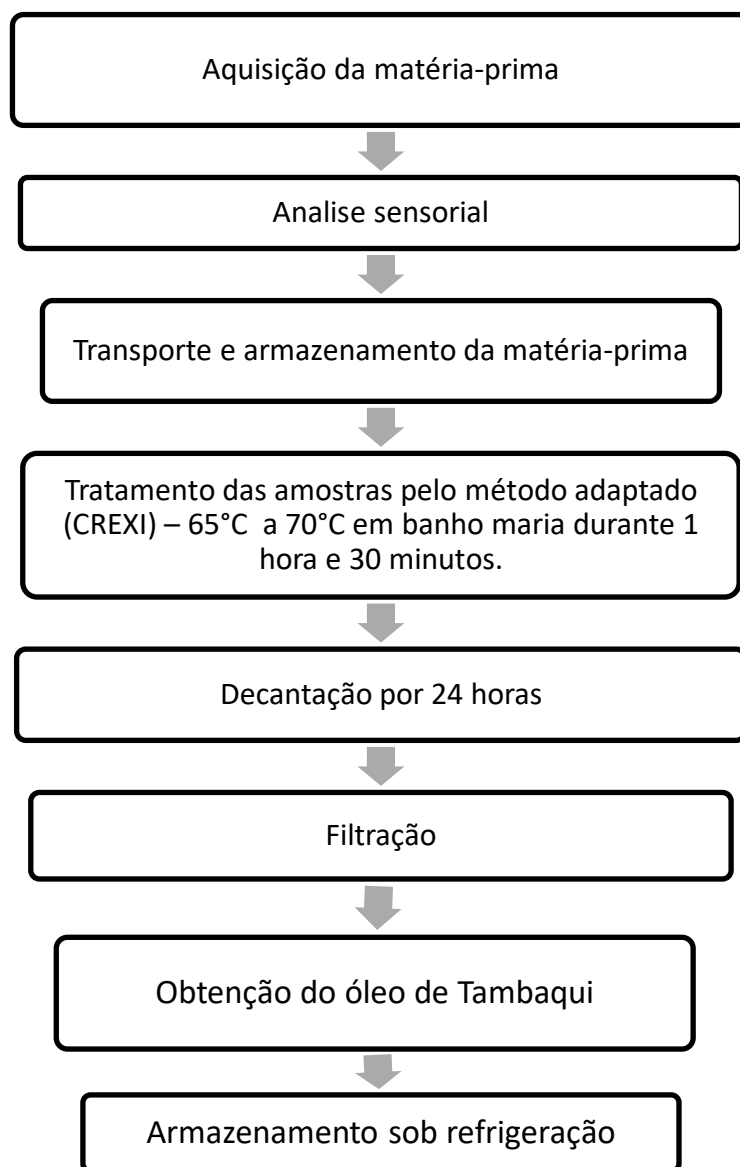
O presente trabalho utilizou o óleo proveniente dos descartes do tambaqui. Os rejeitos do tambaqui incluíram as vísceras, cabeças, nadadeiras foram congeladas a - 5 °C (lento), cortadas em cubos de 5 cm de aresta, colocadas em bquer de 2 L e colocados em banho maria a 65° por 2,5 horas, monitorando sempre a temperatura de dentro da amostra com o termômetro, que foi agitada com um bastão de plástico a cada 30min, de forma descontínua.

O óleo extraído das filetagens foi obtido por cocção e contato direto a partir do hidrotérmico neste processo, após este período de tempo, foi desligado o banho maria para posterior decantação por 24 horas , e em seguida houve a separação e filtração para retirada de resíduos contendo fosfolipídeos, proteínas, amido e traços de metais de acordo com o método (CREXI, 2010).

Na figura 2, mostra as etapas dos seguintes tratamentos: Primeiro congelou-se os rejeitos de filetagens a -20° C; os cortes das vísceras foram em cubos de 5 cm; fez-se a análise sensorial do peixe fresco de acordo com os parâmetros sensoriais adequados; as amostras foram transportadas e armazenamento adequadamente em caixas térmicas contendo gelo seco; o tratamento das amostras consiste em seguida da realização da extração do óleo dos descartes de Tambaqui pelo método CREXI. Neste método, as amostras foram submetidas ao aquecimento em banho maria a 65 a 70° C, durante um tempo de 1 hora e 30 minutos; a decantação foi realizada por 24 horas e separação de fases, a parte inferior aquosa é desprezada; o óleo bruto obtido foi conservado armazenado e refrigeração em

frasco âmbar $\pm 5^{\circ}\text{C}$, para posterior análises físico-químicas.

Figura 2: Fluxograma do processamento e obtenção do óleo.



Fonte: Autor, 2020

Figura 3. Amostras do peixe Tambaqui (*colossoma macropomum*)



Fonte: Autor, 2020

Figura 4. Visceras separadas (cabeças, nadadeiras).



Fonte: Autor, 2020

Figura 5. Visceras no processo de cocção hidrotérmica



Fonte: Autor, 2020

Figura 6. Óleo de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) já extraído



Fonte: Autor, 2020

4.5.2 Caracterização físico-química do óleo do (*Colossoma macropomum*)

As amostras de óleo de tambaqui foram analisados de acordo com o método *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society* (AOCS, 2004), que incluem os seguintes índices: Índices de Acidez (IA), Índice de Ácidos Graxos Livres (% AGL), Índice de Peróxido (IP). Índice de Iodo(II).

4.5.3 Índice de acidez (IA)

O Índice de Acidez é baseado na dissolução da gordura em solvente e previamente neutralizado, seguido de titulação com solução padrão de NaOH, na presença de fenolftaleína como indicador. É definido como o número de mg de hidróxido de sódio (NaOH) necessário para neutralizar um grama da amostra. O método é aplicável a óleos brutos e refinados, vegetais e animais, e gorduras animais - método AOCS cd 1c – 85 (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005).

A seguinte análise necessita do preparo de soluções e a devida pesagem dos reagentes, solução de éter-álcool 2:1: 25 mL, logo após o indicador de fenolftaleína a 1%, seguido solução de NaOH a 0,1N para óleo bruto. Para a execução das análises pesou-se no elermayer 2g de amostra de óleo, foi adicionado 25 mL de éter álcool com adição de 2 mL de solução de fenolftaleína, logo em seguida titulou-se com NaOH, onde por último anotou-se o volume gasto na bureta de 50 mL, como mostra na(figura 7) .

Figura 7. Análise de acidez, método AOCS



Fonte: Autor, 2020

4.5.4 Índice de peróxido (IP)

O índice de peróxido quantifica o nível ou teor de oxidação em que se encontra determinada amostra, consiste na quantidade de peróxidos expressa em milequivalentes (meq O_2 / Kg) de oxigênio ativo contidos em moles por 1000g de amostra, que ocasionam a oxidação do iodeto de potássio, com amostra de óleo dissolvida em ácido acético e clorofórmio. É expresso em meq O_2 / kg (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2005).

Preparo de solução para análise de peróxido, solução de tiosulfato de sódio a 0,1N $m = 12,4$ g; preparo de ácido acético-clorofórmico; solução de iodeto de potássio sendo 30g KI mais 21 mL de água destilada, onde a solução precipita no KI e por último solução de amido a 1%. Iniciou-se a análise de peróxido pesando 5g da amostra de óleo, e adicionou-se 30 mL da solução de acético-clorofórmico, logo em seguida 0,5 mL de KI, em seguida deixou-se em repouso ao abrigo da luz por 1 minuto, adicionou-se 30 mL de água destilada e 2 mL de solução de amido, realizou-se a titulação com o reagente tiosulfato de sódio 0,1N até o ponto de viragem com desaparecimento da cor azul, na (figura 8).

Figura 8. Análise de peróxido, método AOCS



Fonte: Autor, 2020

4.5.5 Índice de iodo - método AOCS Cd 1c-85

É o número de gramas de halogênio, expressos em iodo, absorvidos por 100 gramas de gordura. O índice de iodo é a medida da insaturação de uma gordura ou óleo, pois cada dupla ligação de um ácido graxo pode incorporar dois átomos de halogênio. Por essa razão, quanto maior a insaturação de um ácido graxo, maior será sua capacidade de absorção de iodo e, conseqüentemente, maior será o índice (JORGE , 2009).

Índice de Iodo (II) pelo método de Wijs Índice de iodo (I.I.) é a medida da insaturação química de uma gordura e os resultados são dados como o número de gramas de iodo absorvido por 100 g de amostra de gordura. Pode ser usado para estimar a relação de saturação e insaturação (S.I.). As gorduras insaturadas têm II maior do que as gorduras saturadas. É expresso em g I₂/100 g, método (AOCS 1b-87).

Para o índice de iodo foi pesado uma alíquota de 0,25 g da amostra . Depois adicionado 10 ml de clorofórmio e 25 mL de solução de Wijs. Em seguida, acondicionou-se a solução em um local escuro por 30 minutos. Decorrido este tempo, adicionou-se 10 mL de solução de iodeto de potássio a 15% (m/v) e 100 mL de água destilada previamente aquecida e resfriada. Foi realizada a titulação com solução de tiosulfato de sódio 0,1M até o aparecimento de uma leve coloração amarela. Em seguida adicionou-se 1 mL de solução de amido e prossegue-se a titulação com a solução de tiosulfato de sódio até o desaparecimento da coloração azul, como mostra a .

Figura 9. Análise de Iodo



Fonte: Autor, 2020

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos na análises estatística foi realizada a $\pm$ SD e desvio Padrão. A avaliação estatística será determinada pela análise de variância (ANOVA) e aplicação do Teste Tukey. Os programas utilizados pra efetuação da estatística foi Microsoft Excel e *Minitab* 17 Statistical Software (2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análise sensorial

A espécie *Colossoma maropomum* foi caracterizada pelos parâmetros sensoriais, que avaliou a qualidade do pescado fresco, conforme atributos, e parâmetros presentes na Tabela 1.

Tabela 01- Avaliação sensorial do Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

PARÂMETROS	ATRIBUTOS
Cor dos olhos	Límpido-translúcido
Brilho da superfície	Muito brilhante
Brânquias	Vermelhas
Textura	Mole
Odor	Sem odor

Fonte: autoria própria, 2020 .

Foi possível observar que as amostras de tambaqui estavam frescas, sem alterações da qualidade, que é indispensável para a realização do experimento de

acordo com o que é proposto para o peixe fresco.

5.2 Análises químicas dos óleos extraído e do encapsulado

A Tabela 02 apresenta médias dos índices de acidez, peróxido, iodo e % de ácidos graxos livres (AGL) para as análises de óleo extraído a partir dos descartes de filetagens de tambaqui e para os nutracêuticos (Ácidos graxos EPA/DHA) de peixe).

Tabela 02 – Parâmetros oleoquímicos dos óleos extraído do tambaqui e encapsulado de peixe.

	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4	NUTRACEUTICO
I.A (mg NaOH/g)	2,20 ± 0,05 ^b	2,15 ± 0,007 ^b	1,30 ± 0,09 ^c	3,53 ± 0,03 ^a	1,316 ^c ± 0,263
% AGL (mg AG/100mg)	1,55 ± 0,03 ^b	1,51 ± 0,005 ^b	0,93 ± 0,06 ^c	2,03 ± 0,05 ^a	6,627 ^d ± 1,324
I.I (g I₂/ 100 g)	148,30 ± 3,09 ^b	194,78 ± 7,7 ^a	126,43 ± 3,35 ^c	155,22 ± 5,36 ^b	280,33 ^d ± 2,50
I.P (mEq/Kg)	29,8 ± 1,06 ^a	3,64 ± 1,03 ^c	11,68 ± 2,06 ^b	9,54 ± 1,07 ^b	6,41 ^d ± 1,153

Fonte: autoria própria, 2020 .

* Médias de tratamentos seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

I.A= Índice de acidez; % AGL= Ácidos graxos livres; I.P= Índice de peróxido; I.I= Índice de iodo.

Todos os valores médios de acidez verificados na tabela 02 referentes aos lotes (1,2,3) estavam dentro do limite máximo permitido pela legislação internacional para óleos de peixe (≤ 3 mg KOH/g) (*Codex Alimentarius Commission*, 2017). O índice de acidez oferece dados importantes para avaliação do estado de conservação de um óleo, processos de decomposição, quase sempre produzem alterações na concentração de íons Hidrogênio (FREIRE, 2013). Apenas o lote 4 apresentou maior índice de acidez (3,53 mg NaOH/g) , enquanto o menor índice de acidez foi encontrado nos lotes 3 (tambaqui) e 5 (óleo encapsulado), indicando menor degradação desses óleos. Os óleos de peixe encapsulado (nutracêutico) apresentou maior valor do % de AGL (6,627^d ± 1,324), em relação aos lotes 1,2,3 e

4, que foram mais baixos devido estar na forma de ácidos graxos livres e sem a ligação do glicerol

Com relação ao nutracêutico foi verificado um valor médio, indicando que a embalagem do encapsulado evitou a ocorrência de hidrólise de triglicerídeos, não permitindo trocas do (ambiente para com a capsula), o que justifica o valor encontrado. Além disso, o óleo encapsulado é purificado, acidez mais baixa que o óleo bruto de tambaqui. Nascimento *et al.* (2015) verificou que a partir de óleo refinado encontraram valores médios para o índice de acidez em óleo refinado e bruto (variando entre 1.9 e 5.4 mg NaOH/g), respectivamente, considerado superior ao encontrado neste trabalho. Byun e Jung (2008) estudaram as propriedades químicas do óleo de peixe extraído de vários subprodutos de pescados, encontram valores 1.62 mg NaOH/g em cavalinha e 4.79 ± 0.12 mg NaOH/g em linguado, sendo esses valores de acidez semelhantes a este estudo. Valores próximos a desta pesquisa foram encontrados na pesquisa realizada por Carvalho *et al.* (2017), onde os autores encontraram 1,86 a 56,91 de Índice de acidez (mg KOH/g) em óleo de resíduos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*), sendo aquele maior, sendo aquele maior valor obtido proveniente das vísceras com estado deteriorado avançado. Morais, *et al.* (2016) analisaram o óleo extraído da espécie de peixe *Hypophthalmus edentatus* (Mapará) encontraram valores para o índice de acidez inferior ao desta pesquisa, variando entre 1,05 a 0,74 mg NaOH/g, o tambaqui e o marapá são ambos peixes de água doce, essa diferença de acidez pode ser atribuída também a alimentação do peixe (BERMUDEZ *et al.*, 2014).

Com relação aos teores de ácidos graxos livres os lotes 1 e 2 apresentaram valores médios que não se diferenciam estaticamente, indicando que a degradação no óleo foi insignificante ($p < 0,05\%$), ao contrário dos lotes 3 e 4 (1,30 e 3,53 mg NaOH/g), que foram significativos. Norziah *et al.*, (2009), descreveram valores superiores aos encontrados nesse estudo referentes à acidez e aos ácidos graxos livres (AGL) em resíduos de peixes conhecidos como de peixes lixiviados (LFW), onde os valores médios variam entre 23,7 e 11,9 (mg AG/100mg), o mesmo justifica esses valores elevados que podem estar relacionados com atividade da (lipase) que podem ser gerada por ação de microrganismos ou biologicamente. O percentual de ácidos graxos livres elevados no óleo bruto pode ser devido à acidificação e ao tempo de processo, devido à ensilagem que ocorre pela atuação das enzimas

presentes nas vísceras, aumentando assim a acidez livre no óleo (LEGEMANN *et al*, 2008). O óleo de peixe é muito fácil de oxidar até se o mesmo tiver passado por processo de refino. Engelmann, *et al*. (2016) encontraram valores superiores a esse estudo, valores que variam entre 12,41 a 0,36 mgNaOH/g para óleo bruto da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), o mesmo relata que valores altos como encontrado na vísceras podem estar relacionado pelo fato das vísceras possuir maior quantidade de enzimas endógenas, que são responsáveis pela degradação.

Na tabela 02, os índices de iodo para os lotes 1 e 4 não foram significativos estatisticamente ($p < 0,05\%$), enquanto o lote 2 e 3 apresentaram as variações de iodo, sendo que o valor médio maior do índice de iodo foi para o lote 2 e nutracêutico (126,43 e 280,33^d g I₂/ 100 g), respectivamente. Isto pode indicar uma concentração maior de duplas ligações para o óleo de Tambaqui, consequentemente boa fonte de poli-insaturados. Os valores médios de índice de iodo referentes aos lotes 1,2 e 4 estão de acordo com o limite máximo permitido segundo a legislação (mínimo 145,00 mg I₂/100g e máximo de 180,00mg I₂/100g), sendo o menor valor médio de 126,43 g I₂/ 100 g. Para o parâmetro de iodo (g I₂/ 100 g). Rahman *et al*. (2019) analisando o óleo extraído da espécie Pangus (*Pangasius Pangasius*) encontraram índice de iodo a baixos de todos os lotes desta pesquisa. Asanome, cardoso e Pereira (2017) analisaram o óleo originado de resíduos de sardinha, atum e salmão e encontraram valores de índice de iodo inferior ao desta pesquisa, o que pode estar relacionado com a variedade de peixes usados para extração do óleo e o método. Bery *et al*.(2012) analisaram óleo proveniente das vísceras dos peixes marinhos (*Seriola Dumerlii* (Arabaiana), *Thunnus ssp* (Atum), *Scomberomorus cavala* (Cavala) e *Carcharrhinus spp* (Cação) e encontraram valor para o índice de iodo 136 gI₂/100g, considerado inferior aos encontrados nos lotes do óleo de tambaqui, com exceção do lote 3. Ndidiamaka e Ifeanyi (2018) encontraram valor semelhante para o índice de iodo no lote 3. O índice de iodo do presente estudo mostrou elevados valores de iodo encontrados, e isto pode ter relação com insaturação maior no óleo de tambaqui, indicando que o óleo possui mais qualidade.

Já para o índice de peróxido todos lotes (1,3 e 4) e o nutracêutico não estão dentro dos padrões exigidos pela legislação Internacional para óleo de peixe, que é de ≤ 5 mEq/Kg, CODEX ALIMENTARIUS (2015). Com isso pode-se dizer que houve alterações químicas oxidativas ao passar do tempo. Segundo pesquisa de

Araújo (2011), o índice de peróxido é um indicador sensível no estado inicial de oxidação, pois além de formar subprodutos com forte odor e sabor, também destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais. O peróxido é o primeiro composto formado, quando a gordura se deteriora, toda gordura oxidada apresenta resultado positivo no teste do peróxido (FENNEMA, 2014). Valor semelhante a um lote ao deste trabalho foram encontrados quando analisado capsulas produzidas a parti do óleo de peixes, valores que variam de 5,6 e 6,5 meq kg (AGHBASHLO.,2013). Silva *et al.* (2016) encontraram valor inferior ($8,74 \pm 0,01$) ao deste trabalho em análise do óleo proveniente dos descartes da espécie *Scomber japonicus* (cavala), que também não está dentro do preconizado na legislação de ≤ 5 meq/ kg. Medeiro-júnior; Eiras; Alves (2017) encontram valor de índice de peroxido 7.83 mEq/kg em análise de óleo de vísceras da espécie *Cynoscion virescens*, popularmente conhecido como a corvina.

Por tanto, a partir da caracterização físico-química do óleo dos rejeitos de tambaqui foi possível a caracterização das propriedades óleoquímicas e compará-las ao nutracêutico estudado.

6 CONCLUSÃO

O estudo mostrou que as análises óleoquímicas do óleo de Tambaqui provenientes dos rejeitos de filetagens, apresentaram os índices de acidez, % AGL e peróxido com pouca alteração de deterioração nos processos de extração pelo método utilizado em todas as amostras de óleo extraído, com exceção do lote 1, que se apresentou mais oxidado. Ao contrário o óleo encapsulado de peixe evidenciou uma maior concentração dos ácidos graxos com poli-insaturação.

Com relação ao óleo encapsulado de peixe (nutracêutico), a pesquisa mostrou que essa formulação comercial pode apresentar riscos oxidativos, com base nos índices de acidez e seus ácidos graxos que estão livres e para avaliação oxidativa pelo índice de peróxido, pois há bastante instabilidade devido os ácidos graxos poli-insaturados estarem em maior concentração nas amostras desse óleo de Tambaqui e, principalmente, que este nutracêutico revelou maior grau de insaturação, o que enfatiza a vulnerabilidade dessas ligações duplas.

Então, mais pesquisas óleoquímicas importantes devem ser realizadas sobre estudos futuros, para aperfeiçoar os métodos de extração e conservação dos óleos poli-insaturados, para maior controle de luz, temperatura e oxigênio e outros nos produtos formulados.

REFERÊNCIAS

- ABRAHA, B. ADMASSU, H., MAHMUD, A., TSIGHE, N., SHUI, X. W., & Fang, Y.. Effect of processing methods on nutritional and physicochemical composition of fish: A review. **MOJ Food Process. Technol**, v. 6, n. 4, p. 376-382, 2018.
- AGHBASHLO, M. et al. Fish oil microencapsulation as influenced by spray dryer operational variables. **International journal of food science & technology**, v. 48, n. 8, p. 1707-1713, 2013.
- DE ALBUQUERQUE, F. B., FREITAS, K. D. S., FOGACA, F. D. S., & PEREIRA, A. . Desenvolvimento de presunto defumado de tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: **Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA MEIO-NORTE, 2., 2016, Teresina. Anais da II Jornada Científica da Embrapa Meio-Norte. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016.
- AMARAL, A.B; SILVA, M. V. d.; LANNES, S. C. da Silva. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors—a review. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 1-15, 2018.
- ARAÚJO, J.M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 5a Edição. Viçosa: UFV, 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists**. 13 ed. Arlington, p. 211 – 217. 2005.
- ARVANITOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. **International journal of food science & technology**, v. 43, n. 4, p. 726-745, 2008.
- BARÇANTE, B.; DE SOUSA, A. B. Características zootécnicas e potenciais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) para a piscicultura brasileira. **PubVet**, v. 9, p. 287-347, 2015.
- BONILLA-MÉNDEZ, J. R; HOYOS-CONCHA, J. L.. Methods of extraction refining and concentration of fish oil as a source of omega-3 fatty acids. **Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v. 19, n. 3, p. 645-668, 2018.
- Brasil. Resolução Agência Nacional de Vigilância Sanitária no 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Brasil. **Resolução Agência Nacional de Vigilância Sanitária** no 482, de 23 de setembro de 1999. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais.

BARCAROL, Leandro Nicola et al. Alimentos funcionais e nutraceuticos. **Ciência, Reflexividade e (in) certezas**, 2012

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC 2, de 07 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e probióticos isolados com alegação de Propriedade funcional e ou de Saúde. Diário Oficial da União, 2002

BERY, Carla Crislan. Estudo da viabilidade do óleo de vísceras de peixes marinhos (*Seriola dumerlii* (arabaiana), *Thunnus ssp* (atum), *Scomberomorus cavala* (cavala) e *Carcharrhinus spp* (cação) comercializados em Aracaju-se para a produção de biodiesel. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 2, n. 3, p. 297-306, 2012

BYUN, H.G. et al. Characterization of Fish Oil Extracted from Fish Processing By-products. **J Food Science Nutrition**, v. 13, p. 7-11. 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *In*: CODEX STAN 329 2017 - CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (Italy). **Standard for fish oils**. [Rome]: Food and Agriculture Organization of the United Nations , 2017.

CALCAGNOTTO, D; DESALLE, Rob. Population genetic structuring in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) across the Paraná-Paraguay basin: evidence from microsatellites. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, n. 4, p. 607-616, 2009

CARVALHO, G. C., LEAL, R. S., de MATTOS, B. O., dos Santos Tristão, T., MACEDO, J. P; Pimenta, M. E. D. S. G. (2018). Óleo de resíduos da filetagem de tilápia (*oreochromis niloticus*) para produção de biodiesel. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, 11(2), 615-637.

CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed.). Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo: **TecArt**, 2004. Cap. 15, p. 481-500.

CREXI, V. T., MONTE, M. L., DE SOUZA SOARES, L. A., & Pinto, L. A. A. (2010). Production and refinement of oil from carp (*Cyprinus carpio*) viscera. *Food Chemistry*, 119(3), 945-950.

CUNHA, D. C; CREXI, V. T.; PINTO, L. A. de A.. " Winterização" de óleo de pescado via solvente. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 1, p. 207-213, 2009.

CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. A Cadeia de Produção e o Preço do Tambaqui. **Panorama da aquicultura**, v. 25, n. 149, p. 42-45, 2015

CRAIG, S., HELFRICH, L. A., KUHN, D.,; SCHWARZ, M. H. (2017). Understanding fish nutrition, feeds, and feeding

CREXI, V. T., GRUNENVALDT, F. L., SOARES, L. A., & Pinto, L. A. (2007). Refino de óleos de corvina (*Micropogonias furnieri*) provenientes dos processos de ensilagem ácida e termomecânico de farinha. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, 66(1), 50-56.

CORREA, R. de O.; DE SOUSA, A. R. B.; MARTINS JUNIOR, H. Criação de tambaquis. **Embrapa Amazônia Oriental-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2018.

COSTA, N.M B.; ROSA, C. de O. B.. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos**. Editora Rubio, 2016.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; E FENNEMA. O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4º Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DA COSTA, L. D. M. F., LAGES, A. C. V., do NASCIMENTO, J. F., da SILVA, A. D. S. S., & DA SILVA JÚNIOR, A. C. S. Desenvolvimento, avaliação físico-química e microbiológica da farinha de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **PUBVET**, 13, 153. 2019.

DIAS, P. C. M.; ALVES, J. M.. AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DE CÁPSULAS DE CONCENTRADO DE ÓLEO DE PEIXE. **Revista Eletrônica Estácio Saúde**, v. 2, n. 1, p. 49-56, 2013.

DOS SANTOS, E. J. R., GALENO, L. S., DA SILVA BASTOS, L., Costa, T. F., Carvalho, I. A., & Costa, F. N. (2019). QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) COMERCIALIZADO NA CIDADE DE SÃO LUÍS-MA. **Ciência Animal Brasileira**, 20, 1-12.

DA SILVA, G. C. O.; SOUSA, S.; CARVALHO, J. W. P.; GUEDES, S. F., & LOSS, R. A. 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.

DE ALMEIDA, E. S., BARAI, A. A., da Costa CRAVEIRO, J. M., & de OLIVEIRA, A. M. (2018). CADEIA PRODUTIVA DO TAMBAQUI NO ESTADO DO AMAZONAS. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, 11(2), 10-18.

DE OLIVEIRA SALES, R.; MAIA, E. L. Composição química e classes de lipídios em peixe de água doce tambaqui, *Colossoma macropomum*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 2, p. 31-44, 2013.

DA SILVA, D. R. B.; JÚNIOR, Paulo Fernando Miranda; SOARES, E. A. A

importância dos ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa na gestação e lactação. **Rev Bras Saúde Mater Infant**, v. 7, p. 123-133, 2007.

Descobrimos o pescado em família / Patricia C. M. S. Chicrala... [et al.], autores. - Brasília, DF :**Embrapa**, 2019.

OLIVEIRA, M. D. S., LUIZ, D. D. B., dos SANTOS, V. R. V., de OLIVEIRA, E. H. S., & MARTINS, G. D. S. (2019). Aspectos de qualidade e segurança do tambaqui (*Clossoma macropomum*) e pintado da Amazônia (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *Leiarius marmoratus*). **Embrapa Pesca e Aquicultura-Artigo em periódico indexado (ALICE)**.

FELTES, M.C.M.; CORREIA, J.F.G.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M., NINOW, J.L.; SPILLER, V.R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.14, n.6, p.669–677, 2010.

FERNANDES, T. R.C; DA COSTA DORIA, C.R; MENEZES, J. T. B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 1, p. 45-52, 2018.

FOGACA, F. D. S., SAVAY-DA-SILVA, L. K., PRENTICE-HERNÁNDEZ, C., TEODORO, M., de CARVALHO, L. M., ARAUJO, T., ... & DIAS, J. D. N. (2018). Tecnologias para o Processamento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Documents (INFOTECA-E)**.

FOUDA, T. Waste Management for Smoking Salmon By-Products to Extract Omega-3 Fish Oil. **Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development**, v. 18, n. 3, 2018.

FREIRE, Poliana Cristina Mendonça; MANCINI-FILHO, Jorge; FERREIRA, Tânia Aparecida Pinto de Castro. Principais alterações físico-químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação e efeitos na saúde. **Revista de Nutrição**, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2013

Giri, S.S., Paul, B.N., Sahoo, S.K., Rangacharyulu, P.V., Rath, S.C., and Mohanty, S.N.(2010).Fish oils and cardio vascular health. **Fishing Chimes**, 30(2), 37-39.

GIAMPIETRO, A.; REZENDE-LAGO, N. C. M. Qualidade do gelo utilizado na conservação de pescado fresco. **Arquivos do Instituto de Biologia**, p. 505-508, 2009.

Gomes, L. C., Brandão, F. R., Chagas, E. C., Ferreira, M. F. B. & Lourenço, J. N. P. 2004. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazônica**, 34, 111-113.

GOMES, ANDRÉIA SILVA; MAGNUS, KAREN; SOUZA, ALESSANDRA HÜBNER DE. Riscos e benefícios do uso de nutracêuticos para a promoção da saúde. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 9, p. 57-75, 2017

HONOLD, P. J.; NOUARD, Marie-Louise; JACOBSEN, C. Fish oil extracted from fish-fillet by-products is weakly linked to the extraction temperatures but strongly linked to the omega-3 content of the raw material. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 118, n. 6, p. 874-884, 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-Sistema IBGE de Recuperação automática (SIDRA). Plataforma de Banco de Dados Agregados. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=3940&z=t&o=21&iP>>. Acesso em: 06 nov. 2015.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Produção da pecuária municipal. **Prod Pec Munic**, 2016.

INNES, J. K.; CALDER, P. C. Marine Omega-3 (N-3) Fatty Acids for Cardiovascular Health: An Update for 2020. **International Journal of Molecular Sciences**, v.21, n. 1362, 2020.

IVANOV, K.; BLUMBERGA, D. Extraction of fish oil using green extraction methods: A short review. **Energy Procedia**, v. 128, p. 477-483, 2017.

JORGE N., **Química e tecnologia de óleos vegetais** / Neuza Jorge.– São Paulo: Cultura Acadêmica : Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2009 165p.

KHALILI TILAMI, S.; SAMPELS, S. Nutritional value of fish: lipids, proteins, vitamins, and minerals. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 26, n. 2, p. 243-253, 2018.

KUBITZA, F.. Coletânea de informações aplicadas ao cultivo do tambaqui, do pacu e de outros peixes redondos. **Panorama da Aquicultura**, v. 14, n. 82, p. 27-37, 2004.

LIMA, M.P. Efeitos das mudanças climáticas sobre a expressão gênica e a fisiologia do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). Manaus, AM. Tese de doutora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia –INPA; 2016.

LIN, C-Y; LI, Rong-Ji. Fuel properties of biodiesel produced from the crude fish oil from the soapstock of marine fish. **Fuel processing technology**, v. 90, n. 1, p. 130-136, 2009.

MARTIN, C. A., ALMEIDA, V. V. D., Ruiz, M. R., VISENTAINER, J. E. L.,

MATSHUSHITA, M., SOUZA, N. E. D., VISENTAINER, J. V. (2006). Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, 19(6), 761-770.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B.P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006.

DE MEDEIROS-JUNIOR, Elias Fernandes; EIRAS, Bruno José Corecha Fernandes; ALVES, Marileide Moraes. Propriedade físico química do óleo de vísceras de corvina *Cynoscion virescens*. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 2, p. i-iv, 2017.

MENEZES, M. E. D. S., GISELDA MACEMA, L., OMENA, C. M. B. D., Freitas, J. D. D., & Sant Ana, A. E. G. (2009). Valor nutritivo de peixes da costa marítima de Alagoas, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**(Impresso), 68(1), 21-28.

MONTE, M.L; DIAS, É. O; CREXI, V. óleo de carpa (*cyprinus carpio*) proveniente do processo de ensilagem ácida: refino e caracterização. In: XVII Congresso de Iniciação Científica, X encontro de pós graduação. Rio Grande, RS.

MORAIS, G. B. T. et al.; Avaliação físico-química do óleo extraído da espécie *Hypophthalmus edentatus*. In: Congresso Internacional de Gastronomia e Ciência de Alimentos, 2, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza, 2016, p. 669-970.

MOHANTY, B. P., KARUNAKARAN, D., MAHANTY, A., GANGULY, S., DEBNATH, D., Mitra, T., MATHEW, S. (2015). Database on nutritional composition of food fishes from India. **Current Science**, 109(11), 1915-1917.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1986). The production of fish meal and oil. Roma, Italia: **FAO**. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/003/x6899e/X6899E00.HTM>

NASCIMENTO, Vera Lúcia Viana do et al. Characterization of a hydrolyzed oil obtained from fish waste for nutraceutical application. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 2, p. 321-325, 2015.

NAZIR, Novizar; DIANA, A.; SAYUTI, K. Physicochemical and fatty acid profile of fish oil from head of tuna (*Thunnus albacares*) extracted from various extraction method. **International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology**, v. 7, n. 2, p. 709-715, 2017.

NDIDIAMAKA, Nchuma Comfort; IFEANYI, Obeagu Emmanuel. Proximate and physicochemical analysis of oil obtained from two fish species (fresh and frozen). **Int.**

J. Adv. Res. Biol. Sci, v. 5, n. 4, p. 167-177, 2018.

NORZIAH, M. H., NURAINI, J., LEE, K. Y. (2009). Studies on the extraction and characterization of fish oil from wastes of seafood processing industry. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, 2(4), 959-973.

NUNES, M.L.; BATISTA, I. Aplicação do índice de qualidade (QIM) na avaliação da frescura do pescado. Lisboa: **IPIMAR** Divulgação 29, 2004. 4p.

OLIVEIRA, L. E.; BARBOZA, J. C. S.; DA SILVA, M. L. C. P. Production of ethylic biodiesel from Tilápia visceral oil. **Renewable Energy and Power Quality Journal**, v. 13, p. 412, 2013

PAUL, B.N., CHANDA, S., SRIDHAR, N., Saha, G.S., and Giri, S.S. (2015a). Fatty acid profile of Indian Major Carp. **Indian Journal of Animal Nutrition**, 32(2), 221-226.

PAUL, B. N. et al. Nutritional values of minor carps. **SAARC Journal of Agriculture**, v. 16, n. 1, p. 215-231, 2018.

PACHECO, S. G. A.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Estabilidade oxidativa de óleo de peixe encapsulado em diferentes tipos de embalagem em condição ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 927-932, out-dez., 2009.

PINTO, B. V. V. P. V., BEZERRA, A. E., VALADÃO, R. C; OLIVEIRA, G. M. (2017). O RESÍDUO DE PESCADO E O USO SUSTENTÁVEL NA ELABORAÇÃO DE COPRODUTOS. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias (ISSN: 2525-4790)**, 2(2).

PEDROZA FILHO, M. X; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. **Boletim Ativos da Aquicultura**, ano, v. 2, p. 1-5, 2016.

RIBEIRO, I. A ; RIBEIRO, S.da C. A; CASTRO, J. S. O; MEDEREIROS, G.K.Q; SILVA, A.C Aproveitamento do óleo bruto obtido por silagem ácida de resíduo de pescado, **enciclopédia biosfera**, centro científico conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 2015.

ROCHA, D. S. et al. Extração de óleo do resíduo de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus*, Characidae) empregando tecnologia ultrassônica. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 16, n. 29, p. 835-846, 2019.

OLIVEIRA, N. D. M. S., OLIVEIRA, W. R. M., NASCIMENTO, L. C., SILVA, J. M. S. F. D., VICENTE, E., Fiorini, J. E., BRESSAN, M. C. (2008). Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização. **Food Science and Technology**, 28(1), 83-89.

DOS SANTOS, E. J. R., GALENO, L. S., da Silva Bastos, L., COSTA, T. F., Carvalho, I. A., & Costa, F. N. (2019). Qualidade higiênico-sanitária de tambaqui (*colossoma macropomum*) comercializado na cidade de são luís-ma. **Ciência Animal Brasileira**, 20, 1-12.

SILVA, R.R. et al. Avaliação Físico-Química do Óleo Bruto Obtido dos Descartes da Espécie *Scomber japonicus* In Natura. In: Congresso Internacional de Gastronomia e Ciência de Alimentos, 2, Fortaleza. **Anais...Fortaleza**, 2016, p. 667-668.

SILVA, Yasmine Maria Lima de Oliveira; AQUINO, Vera Lucia Viana do Nascimento. EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE SARDINHA (*Sardinella brasiliensis*) E ÓLEO DE PESCADA AMARELA (*Cynoscion acoupa*) COMERCIALIZADAS EM TERESINA-PI

ŠIMAT, V., VLAHOVIĆ, J., SOLDÓ, B., SKROZA, D., LJUBENKOV, I., Generalić Mekinić, I. (2019). Production and refinement of omega-3 rich oils from processing by-products of farmed fish species. **Foods**, 8(4), 125.

SOARES, K. M. P; GONÇALVES, A.A. (2012). Qualidade e segurança do pescado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, 71(1), 1-10. 2020.

Superintendência da Zona Franca de Manaus - **SUFRAMA**. (2003). Projeto de potencialidades regionais, Estudo de Viabilidade Econômica: Piscicultura. Manaus.

TACON, A. G. J., and M. METIAN. Fish matters: importance of aquatic foods in human nutrition and global food supply. **Rev. Fisher. Sci.**, 21: 22–38 (2013).

VIANA, I. C. L. D. A., VALIATTI, T. B., SOBRAL, F. D. O. S., ROMÃO, N. F., FONSECA, C. X., OLIVEIRA, U. A. D. (2016). Análise microbiológica do tambaqui (*Colossoma macropomum*) comercializado na feira municipal de Ariquemes, Estado de Rondônia, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, 7(2), 67-73

VITOR-ENGELMANN, J. I. et al. OBTENÇÃO DE ÓLEO DE PESCADO A PARTIR DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*).

WANG, Y. et al. Micro-encapsulation and stabilization of DHA containing fish oil in protein-based emulsion through mono-disperse droplet spray dryer. **Journal of Food Engineering**, v. 175, p. 74-84, 2016.

RANZANI-PAIVA, M. J. T., Salles, F. A., da Costa EIRAS, J., das EIRAS, A. C., Ishikawa, C. M., & ALEXANDRINO, A. C. (2018). Análises hematológicas de curimatá (*Prochilodus scrofa*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*) das estações de piscicultura do Instituto de Pesca, Estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 25(único), 77-83
TAYEL, Ahmed A. Microbial chitosan as a biopreservative for fish

sausages. **International journal of biological macromolecules**, 2016, 93: 41-46.

RAHMAN, Md Mahmudur et al. Extraction and Characterization of Lipid from Pangus Fish (P. Pangasius) Available in Bangladesh by Solvent Extraction Method. **American Journal of Zoology**, v. 1, n. 2, p. 28-34, 2018

WOYNÁROVICH, A; VAN ANROOY, R. Field guide to the culture of tambaqui (Colossoma macropomum, Cuvier, 1816). **FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper**, n. 624, p. I-121, 2019.

YAMADA, T. T; RIBEIRO, L. Avaliação sensorial do pescado pelo método do índice de qualidade. **Revista Científica de Medicina Veterinária. ISSN**, p. 1679-7353, 2015.