



**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**

FRANCISCO DE ASSIS BANDEIRA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO EXTRAÍDO DOS REJEITOS DE FILETAGENS
DA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E DO ÓLEO DE PEIXE COMERCIAL**

TERESINA

2019

FRANCISCO DE ASSIS BANDEIRA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO EXTRAÍDO DOS REJEITOS DE FILETAGENS
DA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E DO ÓLEO DE PEIXE COMERCIAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência para obtenção do diploma do curso Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
Campus Teresina-Central.

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

TERESINA

2019

FRANCISCO DE ASSIS BANDEIRA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO EXTRAÍDO DOS REJEITOS DE FILETAGENS
DA TILÁPIA (*Oreochromis niloticus*) E DO ÓLEO DE PEIXE COMERCIAL**

Projeto aprovado 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): Victória Maura Silva Bermúdez
Doutoranda em Ecologia e Recursos Naturais – UFC
Mestre em Tecnologia e Gestão Ambiental - IFCE

2ª Examinador (a): Edilene Ferreira da Silva
Mestre em Tecnologia de Alimentos - IFCE / Professora do Médio TEC-PRONATEC,
PREMEN SUL

A minha mãe, amigos e familiares.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero expressar meu profundo agradecimento a minha mãe, Maria Floriza Bandeira do Nascimento. Graças as suas lições e sua permanente dedicação fazem possível que os sonhos fiquem mais próximos.

A Professora Doutora Vera Lúcia Viana do Nascimento, minha orientadora, pela sua orientação, dedicação, disponibilidade, paciência, assim como todas as críticas, correções e sugestões relevantes feitas ao longo destes meses de orientação.

A todos os professores que tive o prazer de conhecer ao longo destes três anos e meio no Instituto Federal do Piauí, pelas competências científicas ensinadas, amizade, disponibilidade manifestada e todo o apoio. Aos meus colegas de graduação, obrigado pela amizade, ajuda e apoio incondicional.

A todos os técnicos de laboratório de Bromatologia do IFPI-*Campus* Teresina Central, pelo incentivo e insistência na frequência deste Curso e todos os conhecimentos transmitidos.

Quero agradecer a todos os meus amigos e amigas que estão presentes em todos os momentos, não pretendendo individualizar, porque cada um é importante à sua maneira, sem eles, teria sido muito difícil ultrapassar todas estas barreiras, um muito obrigado pela amizade, apoio, companheirismo e, por terem feito de mim o que sou hoje.

Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se
você não fizer nada, não existirão resultados.
Mahatma Gandhi

RESUMO

A produção de tilápia cresce a cada ano no país, e atualmente é o principal peixe em aquacultura no país, ocupa a primeira colocação a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alcançando produção de 239,09 mil toneladas, sendo a região Sul o polo principal de produção, seguida pela região Nordeste. Esse estudo teve como objetivo avaliar as características químicas dos óleos extraídos dos rejeitos de filetagens da tilápia e do óleo de peixe comercial para conhecimento sobre armazenamento e controle industrial. Para a avaliação química do óleo de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e do óleo comercial foram realizadas as seguintes análises de índice oleoquímicos: Índice de Acidez, Ácidos Graxos Livres (AGL), Índice de Peróxidos (IP), Índice de Iodo (II). Em todos os índices oleoquímicos para o óleo extraído dos rejeitos de tilápia todas amostras tiveram valores variáveis em comparação a legislação CODEX ALIMENTARIUS, com exceção do índice de iodo que se mostrou bastante insaturado para ambos os lotes. Nos lotes 1 e 2 o índice de peróxido se mostrou em conforme com a legislação. Para as amostras comerciais todas mostraram índice correspondente ao permitido pela legislação. Os resultados foram satisfatórios na avaliação do óleo bruto, estabilidade e características físico-químicas, sendo necessário apenas um processamento que vise melhorar a qualidade das vísceras até o momento de extração dos óleos para obtenção de um produto com boa qualidade, e também dando um destino final ecologicamente correto aos rejeitos da tilápia.

Palavras chaves. Vísceras, ácidos graxos, extração

ABSTRACT

The production of tilapia grows every year in the country, and is currently the main fish in aquaculture in the country, occupying the first place the tilapia of the Nile (*Oreochromis niloticus*), reaching production of 239.09 thousand tons, being the South region the polo production, followed by the Northeast region. The objective of this study was to evaluate the chemical characteristics of the oils extracted from the tailings of the tilapia and commercial fish oils for storage and industrial control. For the chemical evaluation of the oil of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and commercial oil the following oleochemical indexes were analyzed: Acidity Index, Free Fatty Acids (FFA), Peroxide Index (PI), Iodine Index (I.I). In all the oleochemical indices for the oil extracted from the tilapia rejects all samples had variable values in comparison to the legislation CODEX ALIMENTARIUS, except for the iodine index, which proved to be quite unsaturated for both batches. In batches 1 and 2 the peroxide was in compliance with the legislation. For the commercial samples all showed an index corresponding to that allowed by the legislation. The results were satisfactory in the evaluation of the crude oil, stability and physico-chemical characteristics, being necessary only a process that aims to improve the quality of the viscera until the moment of extraction of the oils to obtain a product with good quality, and also giving an environmentally sound final destination to tilapia tailings.

Keywords. visceras, fatty acids, extraction

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Tilápia	19
Figura 2	Cápsulas de ômega 3	26
Figura 3	Resíduos de filtagens	28
Figura 4	Fluxograma de extração do óleo	29
Figura 5	Amostra do óleo extraído	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Índices oleoquímicos para análise de óleo	27
Tabela 2	Avaliação sensorial da espécie Tilápia	32
Tabela 3	Rendimento do resíduo de filetagem de óleo de tilápia	32
Tabela 4	Comparação óleo extraído e comercial	33
Tabela 5	Parâmetros oleoquímicos do óleo bruto	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOCS	American Oil Chemists' Society
AGL	Ácidos Graxos Livres
AGI	Ácidos Graxos Insaturados
AGS	Ácidos Graxos Saturados
DHA	Ácido-Docosa-Hexaenóico
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EPA	Ácido Eicosapentaenóico
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
H ₂ O	Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
I.A	Índice de Acidez
I.I	Índice de Iodo
Kg	Quilograma
KOH	Hidróxido de potássio
I.P	Índice de Peróxido
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
mL	Mililitro
mEq	Miliequivalente
mg	Miligramas
n-3	Ômega 3

NaOH	Hidróxido de Sódio
NaSO ₄	Sulfato de Sódio
PUFA	Poly Insaturated Fatty Acid do tipo Ômega 3
PIB	Produto Interno Bruto
P.M	Peso Molecular
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
TPOA	Tecnologia de Produtos de Origem Animal
µg	Microgramas

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
R\$	Cifrão - moeda brasileira
+	Soma
°C	Graus Celsius
±	Mais ou Menos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.2 Objetivos Específicos.....	17
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
3.1 Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	18
3.2 Produção de Tilápia.....	19
3.3 Aproveitamento industrial de óleos de filetagens de peixes	20
3.4 Óleos de Pescado.....	21
3.5 Caracterização dos óleos de origem animal	22
3.5.1 Estruturas dos ácidos graxos	22
3.5.2- Ácidos graxos	22
3.6 Óleos de resíduos de peixe como subproduto	23
3.7 Degradação dos ácidos graxos e/ou óleos.....	24
3.8 Benefícios do consumo do óleo de peixe	25
3.9 Produtos elaborados à base de óleos de peixe – Nutracêuticos.....	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 Obtenção das amostras.....	27
4.2 Análise sensorial	28
4.3 Filetagem da Tilápia.....	28
4.4 Extração do óleo de filetagens da Tilápia	28
4.5 Rendimento do óleo bruto.....	30
4.6 Delineamento experimental.....	31
4.7 Índice de Acidez e % Ácidos Graxos Livres (%AGL)	31
4.8 Índice de Peróxido.....	31
4.9 Índice de Iodo (I.I) pelo método de Wijs	32
4.10 Análise Estatística	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1 Comparação entre o óleo extraído das vísceras de tilápia e óleo de capsulas	36
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de peixe é de 126 milhões de toneladas e o Brasil é um dos países que apresentam condições ideais para a sua produção que possa suprir essa procura mundial (FAO, 2016), o Brasil apresenta todas as condições para se tornar o maior produtor mundial até 2030.

A piscicultura brasileira sofreu muitas transformações nos últimos anos, consolidando-se como importante atividade no agronegócio brasileiro, substituindo aos poucos o peixe proveniente do extrativismo (REBELATTO JUNIOR *et al.*, 2015). Os últimos dados do Ministério da Pesca e Aquicultura mostram que o país produz 1,25 milhões de toneladas de peixe, e deste total, 38% trata-se de peixes cultivados. Em 2018 o Brasil produziu 722.560 mil toneladas de peixes de cultivo, esse resultado é 4,5% superior ao de 2017 (691.700 toneladas). A informação é da Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR).

A produção de tilápia cresce a cada ano no país, e atualmente é o principal peixe em aquacultura no país, ocupa a primeira colocação a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alcançando produção de 239,09 mil toneladas, sendo a região Sul o polo principal de produção, seguida pela região Nordeste. O estado do Ceará tem destaque na região Nordeste, tendo o município de Orós (CE) como o líder no ranking de produção de tilápia do Nilo, despescando 8,74 mil toneladas no ano de 2015 (IBGE, 2016).

As tilápias são naturais do continente africano, Israel e Jordânia, encontradas nas bacias dos rios Nilo, Níger, Tchade e lagos do Centro-Oeste africano. Esta espécie não apresenta espinhos em forma de “Y” na sua musculatura, sendo o seu filé, apropriado para a indústria (IGOR S. T. VICENTE, FABIANA ELIAS E CARLOS E. FONSECA-ALVES, 2014). A carne da tilápia possui excelente qualidade, favorecendo a aceitação pelo mercado consumidor. Estas qualidades associadas ao fato da tilápia aceitar facilmente dietas artificiais desde o estágio larval fazem com que esta espécie apresente grande potencial aquícola (VICENTE, ELIAS, FONSECA-ALVES, 2014).

Os fatores que justificam a preferência pela criação da tilápia, no Nordeste e no Brasil como um todo, são: fácil adaptação às condições de cultivo, alta capacidade de resistência às doenças, excelente capacidade de reprodução em cativeiro, facilidade na obtenção de larvas, ciclo de engorda relativamente curto, taxa de crescimento rápido, hábito alimentar omnívoro (RODRIGUES, 2016).

Em meio a esse crescimento da tilapicultura no Brasil, uma das principais

deficiências da aquicultura é a falta de padronização do produto para o consumidor, o que acarreta dificuldades quanto às características de sabor, presença ou não de espinhos, forma de preparo e valor nutricional. Entretanto, se o produto tiver boa apresentação (postas ou filés) e embalagem (com especificação do produto), torna-se mais fácil o trabalho de marketing e, conseqüentemente, a colocação do pescado no mercado) (SCHULTER e VIEIRA FILHO, 2017).

Com o avanço tecnológico, o processo de industrialização do pescado vem crescendo de forma constante com o surgimento de indústrias de beneficiamento, que visam ao aprimoramento no processo de obtenção do filé, principal produto dos peixes para a comercialização. Um dos grandes problemas desse desenvolvimento está no descarte dos resíduos de peixes que, quando se realiza de forma incorreta, constitui problema sanitário e ambiental para os produtores e indústrias.

A industrialização do pescado gera uma quantidade excessiva de resíduos que são ricos em proteínas e em ácidos graxos de cadeia longa, sendo que entre estes últimos se destacam os insaturados da série ômega-3 (MEDEIROS-JUNIOR, EIRAS E ALVES, 2018). Estes resíduos podem ser utilizados para o processamento de novos produtos, como a carne mecanicamente separada, o concentrado proteico (surimi), além de produtos reestruturados, aumentando a receita e contribuindo com a preservação ambiental, além do valor nutricional (COSTA *et al.*, 2016). A gordura removida dessas lavagens pode ter seu valor agregado aumentado, através da produção de óleo de pescado.

O óleo de pescado é composto de uma variedade de ácidos graxos (saturados, mono e poli-insaturados) (SCHERR *et al.*, 2014). No Brasil, este óleo é usado basicamente em curtumes, na fabricação de tintas e vernizes, como lubrificante, impermeabilizante e outros.

A presença de ácidos graxos poli-insaturados torna o óleo de pescado susceptível a processos oxidativos que afetam suas características e seu valor nutricional quando submetidos a elevadas temperaturas e luminosidade durante as etapas de processamento e estocagem (HIGUCHI, 2015). Por isso, é importante a verificação da qualidade e rendimento e do potencial de uso e aplicação industrial do óleo de tilápia como matéria-prima renovável.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar as características químicas dos óleos extraídos dos rejeitos de filetagens da tilápia e do óleo de peixe comercial para conhecimento sobre armazenamento e controle industrial.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar a extração do óleo pelo método da Crexi;
- Determinar o rendimento dos óleos de descartes de filetagem do Tambaqui;
- Determinar os índices oleoquímicos do óleo de tilápia e do óleo de peixe comercial, segundo parâmetros da AOCS: índice de acidez, índice de ácidos graxos livres (%AGL), índice de iodo e índice de peróxido.
- Comparar os resultados obtidos do óleo extraído de tilápia com o óleo comercial de peixe, com os dados da literatura e da legislação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

No Brasil, a tilapicultura teve seu início na década de 1970. Embora não seja uma espécie nativa, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), principal espécie produzida no Brasil, foi introduzida, juntamente com a tilápia de Zanzibar (*Oreochromis hornorum*), pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), em 1971. Os primeiros espécimes foram introduzidos pelo DNOCS com o intuito de proporcionar a produção de alevinos para o peixamento (espécie de repovoamento) dos reservatórios públicos da região Nordeste e para o fomento do cultivo (VIEIRA FILHO e FISHLOW, 2017).

Na década de 1980, principalmente a partir das estações de piscicultura das companhias hidrelétricas de São Paulo e Minas Gerais, foram produzidas grandes quantidades de alevinos para repovoamentos e venda a produtores rurais (Kubitza, 2003). Rapidamente, a espécie foi introduzida em diversos corpos hídricos e propriedades do Nordeste e do Sudeste, e mais tarde ampliada à região Sul. Ainda nessa década, a tilapicultura passou de uma atividade voltada para o repovoamento e complemento de renda a pequenos produtores para uma atividade explorada comercialmente, com o surgimento dos empreendimentos pioneiros (FIGUEIREDO JÚNIOR e VALENTE JÚNIOR, 2008).

O Brasil apresenta uma grande área territorial com uma extensa bacia hidrográfica, fato este que confere um grande potencial para a aquacultura no país. Devido a esses fatores a piscicultura brasileira sofreu muitas transformações nos últimos anos, consolidando-se como importante atividade no agronegócio brasileiro, substituindo aos poucos o peixe proveniente do extrativismo (BOSCARDIN-BORGHETTI *et al.*, 2003; FIRETTI *et al.*, 2007).

Apesar dos obstáculos burocráticos (demorado processo de regulamentação dos piscicultores), ambientais (problemas sanitários em polos de produção) e econômicos (baixo crescimento do PIB e alto desemprego), a produção de peixes de cultivo no Brasil alcançou 722 mil toneladas em 2018, alta de 4,5% na comparação com 2017 e 25% maior que em 2014 Associação Brasileira da Piscicultura (Peixe BR, 2018).

Dentre os peixes cultivados a tilápia do Nilo apresenta um grande potencial devido a sua fácil reprodução, carne branca e de alta qualidade, baixos custos de produção podendo inclusive, ser cultivadas em locais com alta salinidade e baixas temperaturas (VICENTE e FONSECA-ALVES, 2013).

As tilápias representam o segundo grupo de maior importância na piscicultura mundial, somente atrás das carpas e a terceira espécie de cultivo em termos de geração de renda no mundo, atrás dos camarões e carpas são naturais da África, Israel e Jordânia e em função do seu potencial para a aquicultura teve sua distribuição expandida nos últimos cinquenta anos. Devido a sua grande importância para a aquicultura aspectos com relação ao seu cultivo são estudados (NAYLOR *et al.*, 2000; BOSCARDIN-BORGHETTI *et al.*, 2003).

A classificação na taxonômica da tilápia do Nilo segue da seguinte forma: Filo: Chordata; Classe: Actinopterygii; Ordem: Perciformes; Família: Cichlidae; Gênero: *Oreochromis*; Espécie: *Oreochromis niloticus* (FISHBASE, 2007). A figura 1 mostra com mais detalhe como é a espécie.

A tilápia apresenta grande adaptação ao sistema de produção em tanques-redes, no entanto, dados apontam que a espécie apresenta grande desempenho e adaptação em sistemas intensivos de produção (VICENTE, ELIAS, FONSECA-ALVES, 2014).

Figura 1: Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), principal espécie cultivada no Brasil



Fonte: Autor.

3.2 Produção de Tilápia

Em 2018 a produção de tilápia no país foi de 400,280 mil toneladas, de acordo com a Associação Brasileira de Piscicultura (PeixeBR, 2018). Clima favorável, a rusticidade da espécie aceitando diferentes sistemas de produção; alta demanda dos produtos; além do bom resultado em cultivos intensivos, todos esses fatores contribuíram para alavancar a

produção da tilápia no País (IBGE, 2015).

Entre 2005 e 2015, a produção do peixe mais cultivado no Brasil, a tilápia (*Oreochromis niloticus*), deu um salto de 223% com a modernização e a intensificação da produção tanto em tanques-rede em reservatórios como nos viveiros escavados (FURLANETO *et al.*, 2006).

O Paraná é o maior produtor de tilápia do País, com 105.392 toneladas. A espécie participa com 94% da produção total de peixes cultivados do Estado. A tilápia também está presente com força de São Paulo. Nada menos do que 95% da produção estadual, equivalentes a 66.101 toneladas, são de tilápia. Mas não é só a produção de tilápia que cresceu nos últimos anos, o consumo desta também vem crescendo (MARTINS, 2018).

Nos últimos anos aumentou o consumo de peixe no país, principalmente por ser considerado um alimento saudável e de fácil acesso para todas as faixas de rendimento. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde a média de consumo ideal de peixe seria de 12 kg por habitante/ano, no entanto, o mercado brasileiro está distante desta média. No ano de 2003 o mercado brasileiro registou um consumo de 6,46 kg de peixe por habitante e em 2009 alcançou o índice de 9,03 kg por habitante. Um programa do governo federal, denominado de “mais Pesca e Aquicultura estabeleceu várias campanhas para incentivar o consumo de peixe em pelo menos 9 kg por habitante até ao ano de 2011. Portanto, a meta foi alcançada antes do previsto, demonstrando assim o aumento do consumo interno (SIDONIO *et al.*, 2012; LAZZARI, 2006).

O Ministério da Pesca e Aquicultura (2014) tem uma previsão que até 2030 a procura internacional de peixe aumente em mais 100 milhões de toneladas por ano, e assim investe nos produtores nacionais para se tornarem competitivos no cenário internacional. A produção mundial de peixe é de 126 milhões de toneladas e o Brasil é um dos países que apresentam condições ideais para a sua produção que possa suprir essa procura mundial. De acordo com a FAO, o Brasil apresenta todas as condições para se tornar o maior produtor mundial até 2030 (SIDONIO *et al.*, 2012).

3.3 Aproveitamento industrial de óleos de filetagens de peixes

O óleo de peixe muito produto valioso com potencial de mercado promissor. Cada dia, mais consumidores estão se interessando pela saúde benefícios do Poli-insaturados (PUFAs) e seu uso como suplemento nutricional. Fontes potenciais de PUFA precisam ser exploradas enquanto os recursos pesqueiros tornando-se cada vez mais limitado.

Como resultado, subprodutos e os resíduos das fábricas de processamento de pescado sendo utilizados como fontes potenciais de óleos de peixe contendo n-3 PUFA. A utilização de óleos de valor agregado extraídos resíduos de peixe poderiam aumentar significativamente a economia da indústria de processamento de peixe e reduzir o custo de produção de alimentos nutracêuticos com um elevado nível de n-3 PUFA. Vários esforços de pesquisa estão atualmente em desenvolvimento no domínio da extração e purificação do petróleo tecnologias (MAGALHÃES CEDRO *et al.*, 2011).

As demandas sobre essas tecnologias de processamento para extrair e purificar o óleo de peixe é que eles são eco-amigáveis e capazes de fornecer altos rendimentos de óleo e minimizar a perda de nutrientes e fornecer um óleo de alta qualidade. A estabilização de óleos de peixe nutracêuticos é ainda um desafio e compreensão adequada da química envolvida e como retardá-lo ainda é muito pobre. Esforços futuros de pesquisa são para produzir mais patentes sobre o desenvolvimento de métodos ecológicos de extração e purificação dos óleos de peixe e na estabilização dos óleos (MAQSOOD; BENJAKUL; KAMAL-ELDIN, 2012).

3.4 Óleos de Pescado

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).

Podem-se dividir os lipídios de peixes em dois grupos, os provenientes do ambiente marinho e os de água doce, diferindo em sua composição de ácidos graxos. Os peixes de água salgada possuem uma composição relativamente complexa, com grande proporção de ácidos graxos com cadeia carbonada de ácido oleico, nonadecanoico, eicosanoico, enquanto os de rio contêm menores teores de eicosanoico e behênico insaturados e maiores teores de ácido palmítico e de ácido oleico insaturado. Essas diferenças são atribuídas à alimentação e às condições ambientais e sazonais. Peixes de água doce, como é o caso da tilápia, geralmente, contêm baixas proporções de ácidos graxos poli-insaturados n-3, em relação a peixes marinhos, (BOSCOLO *et al.*, 2002).

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA, entende-se por "óleo de pescado" o subproduto líquido obtido pelo tratamento de matérias-primas pela cocção a vapor, separado por decantação ou

centrifugação e filtração. Permite-se também, o tratamento por simples prensagem e decantação, ou por qualquer outro processo adequado. (BRASIL, 2017).

3.5 Caracterização dos óleos de origem animal

3.5.1 Estruturas dos ácidos graxos

Os óleos diferem das gorduras por apresentarem-se líquidos a temperatura de 25 °C, enquanto as gorduras apresentam-se na forma sólida ou pastosa a essa mesma temperatura (BRASIL, 2005).

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas, classificados segundo o comprimento da cadeia de carbonos (cadeia curta, média e longa), a presença e número de duplas ligações (saturados e insaturados) e a configuração das duplas ligações (cis e trans) (SANTOS *et al.*, 2013).

3.5.2- Ácidos graxos

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos, geralmente monocarboxílicos, com cadeias hidrocarbônicas, representadas pela forma RCO_2H . O grupamento R é uma cadeia de carbonos longa, não ramificada, com número par de átomos de carbono, podendo ser saturada (ligações simples) ou conter uma ou mais duplas ligações (insaturações). O grupo carboxila constitui a região polar e a cadeia R a região apolar da molécula. São classificados segundo o comprimento da cadeia de carbonos, a presença e o número de duplas ligações e a configuração das duplas ligações (SANTOS *et al.*, 2013).

Com relação ao comprimento da cadeia hidrocarbônica, são classificados como cadeia curta (quatro a oito átomos de carbono), cadeia média (oito a 12 átomos de carbono) e cadeia longa (mais de 12 átomos de carbono). Para a presença de duplas ligações são classificados em saturados (não possuem dupla ligação entre os átomos de carbono) ou insaturados (possuem uma ou mais duplas ligações dentro da cadeia de carbonos). Dentre os ácidos graxos insaturados, os monoinsaturados possuem apenas uma dupla ligação e os poli-insaturados contêm duas ou mais duplas ligações e ainda podem ter configurações *cis* e *trans*. A maioria dos ácidos graxos possui cadeias não ramificadas (lineares), entretanto alguns de ocorrência rara são ramificados, e outros contêm estruturas cíclicas ligadas à cadeia hidrocarbônica (RAPOSO, 2010).

a) *Saturados*: Os ácidos graxos saturados (AGS) são ácidos graxos sem insaturações ou

duplas ligações em sua cadeia hidrocarbônica. São obtidos na dieta a partir de gorduras de origem animal (carnes, leite e derivados) e vegetal (coco e cacau). Os ácidos graxos desta classe são de cadeia média e de cadeia longa. A maioria dos AGS é de cadeia longa. São exemplos, o mirístico (14:0), encontrado no leite e seus derivados; o palmítico (16:0), cujas principais fontes são a gordura animal e o óleo de palma; e o esteárico (18:0), presente na gordura do cacau. Em temperatura ambiente, esses AGS de cadeia longa encontram-se no estado sólido (LOTTENBERG, 2009; SALINI *et al.*, 2017).

Quando ingeridos, os AGS de cadeia média são absorvidos na forma não esterificada e transportados ao fígado, ligados a albumina, onde são rapidamente metabolizados. Já os AGS de cadeia longa, sofrem um processo de esterificação, formando os triglicerídeos, que podem permanecer na corrente sanguínea, transportados por quilomícrons, ou ser liberados para os tecidos, atuando como forma de armazenamento de gordura no organismo (SANTOS *et al.*, 2013).

b) *Insaturados*: Os ácidos graxos insaturados (AGI) são aqueles que contêm uma ou mais duplas ligações em sua cadeia de carbonos. Os AGI são de dois tipos, monoinsaturados (AGMIs), que possuem apenas uma dupla ligação e poli-insaturados (AGPIs) que contêm duas ou mais duplas ligações. Esses ácidos graxos pertencem a diferentes séries, que são definidos pela localização da primeira dupla ligação na cadeia de carbono a partir do grupo metil, identificados pela letra ω . Com base nesta classificação, os principais AGI são classificados nas séries ω -3, ω -6 e ω -9 (RAPOSO, 2010; CASA NOVA e MEDEIROS, 2011).

3.6 Óleos de resíduos de peixe como subproduto

De acordo com o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 1952), entende-se por "óleo de pescado" o subproduto líquido obtido pelo tratamento de matérias-primas pela cocção a vapor, separado por decantação ou centrifugação e filtração. Permite-se também, o tratamento por simples prensagem e decantação, ou por qualquer outro processo adequado.

Os óleos de pescado devem satisfazer às seguintes características: apresentar cor amarelo-claro ou amarelo-âmbar, tolerando-se os que apresentarem uma ligeira turvação, no máximo 1% de impurezas, no máximo 10% de umidade, no máximo 3% de acidez em ácido oleico e não conter substâncias estranhas, outros óleos animais ou óleos vegetais (BRASIL, 1962).

Os óleos provenientes de peixes marinhos possuem grandes quantidades de

ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa ω -3, sendo que a sua grande utilização em nutrição humana se dá devido à composição específica em ácidos graxos ω -3. Os principais ácidos graxos desta classe são o eicosapentaenoico (EPA) e docosaexaenoico (DHA), responsável por até 26% dos ácidos graxos presentes em óleos de peixe. A utilização de ácidos graxos da série ω -3 apresenta grande influência no metabolismo dos triacilgliceróis, nos níveis de colesterol LDL, além da interferência na agregação plaquetária reduzindo o risco de doenças cardiovasculares (OLIVEIRA, 2015).

A indústria de beneficiamento pesqueiro gera muitos resíduos após o processamento industrial do pescado. Estes resíduos quando descartados no meio ambiente torna-se um problema em função da poluição. O aproveitamento se dá através da produção de subprodutos tais como silagem, farinha e óleo de peixe. A silagem de pescado é um produto líquido resultante de um peixe inteiro, ou que esteja impróprio para consumo, e de resíduo do beneficiamento como vísceras, escamas e nadadeiras. É uma forma viável de aproveitar os restos, que são consideráveis materiais poluentes e podem ser utilizados como ingredientes em ração animal (MARQUES, 2017)

3.7 Degradação dos ácidos graxos e/ou óleos

As mudanças químicas que ocorrem podem ser resumidas em dois tipos de reações: hidrólise e auto-oxidação. As reações hidrolíticas são catalisadas pela ação do calor e umidade, com a formação de ácidos graxos livres, monoacilglicerol e diacilglicerol. A auto-oxidação lipídica está associada à reação do oxigênio com ácidos graxos insaturados e acontece em três etapas: iniciação, propagação e término.

Na iniciação, são formados radicais livres a partir da retirada de um hidrogênio do carbono da molécula do ácido graxo, em condições favorecidas por luz e calor. A propagação é a etapa em que os radicais livres são prontamente susceptíveis ao ataque atmosférico, sendo convertidos em outros radicais, formando peróxidos e hidroperóxidos, dienos conjugados, hidróxidos e cetonas, que são os produtos primários da oxidação, e que podem se decompor em pequenos fragmentos ou permanecer na molécula do triacilglicerol dimérico e polimérico (BORGO, 2005 e RAMALHO, 2006).

Assim, a última etapa do processo de oxidação é o término, onde dois radicais combinam-se, formando produtos estáveis (produtos secundários de oxidação) obtidos por cisão e rearranjo dos peróxidos (epóxidos, compostos voláteis e não voláteis) (FOX NJ, 2007)

À medida que se aumenta o uso do óleo na fritura, as reações de oxidação se

intensificam e há produção de moléculas complexas e compostos voláteis que liberam aroma desagradável.

Os principais fatores envolvidos na degradação do óleo durante o processo de fritura são: temperatura e tempo de fritura; relação superfície/volume do óleo; tipo de aquecimento; tipo de óleo; adição de óleo novo; natureza e quantidade do alimento frito; presença de contaminantes metálicos e equipamento utilizado no processo de fritura, além da presença de antioxidantes nos óleos.

3.8 Benefícios do consumo do óleo de peixe

São muitos os benefícios desses óleos na saúde humana. Os lipídeos presentes no óleo de peixe são importantes no desenvolvimento da pele, sistema nervoso, cérebro e visão. Geralmente, o óleo de peixe é considerado um alimento funcional ou nutracêutico. O óleo de peixe é uma excelente fonte de lipídeos os quais contem ácidos graxos poli-insaturados (PUFA) Ômega-3 e Ômega-6. Dos quais, os Ômega-3 predominantes são o ácido linolénico, o ácido docosaenoico (DHA) e o ácido eicosapentaenoico (EPA). O óleo de peixes, já seja a traves de nutracêuticos ou alimento, fornece ao corpo humano com esses ácidos graxos O óleo de peixes é comercializado e vendido para o seu consumo como complemento dietético. Porém, devido aos seus odores fortes e deterioração rápida, a aplicação de óleo de peixes nas formulações de alimentos é limitada. A indicação para consumo diário de LC ômega-3 é de 0,25 g a 0,5 g. Ao redor do mundo, alguns governos recomendam consumir peixes oleosos duas vezes / semana o que proporciona 3 g de LC Ômega-3 / semana (EPA) (GERALDES, 2017) PIKE e JACKSON, 2010; CLELAND *et al.*, 2006; CHEN *et al.*, 2013; NOBREGA *et al.*, 2017; TRANSPARENCY; MARKET; RESEARCH, 2013; GHORBANZADE *et al.*, 2017).

Os PUFA contribuem a reforçar o sistema imunológico e melhoram a reposta ao estresse (FAO 2008). O óleo de peixe é processado para ser usado externamente em forma de emolientes e pomadas. O consumo de LC Ômega-3s derivado de óleo de peixe demonstrou manter a saúde, especialmente aquela envolvida no sistema cardiovascular. Os benefícios demonstraram que o consumo desse tipo de óleo melhora problemas inflamatórios tais como asma, eczema, psoríase, doença de Crohn. No futuro, os efeitos mais importantes serão desenvolvimento neuronal e saúde mental, incluindo função cognitiva (DAVIS & MCMURRY, 2016). Os Ômega-3 tem uma função importante no último período de gravidez (TALAKOUB *et al.*, 2008; CLELAND *et al.*, 2006; DAVIS e MCMURRY, 2016).

3.9 Produtos elaborados à base de óleos de peixe – Nutracêuticos

Os alimentos funcionais ou nutracêuticos surgiram como uma nova concepção de alimento lançada pelo Japão na década de 80 através de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida. Em 1991 os alimentos funcionais foram regulamentados com a denominação de “Foods for Specified Health Use” (FOSHU). Atualmente, 100 produtos estão licenciados como alimentos FOSHU no Japão. Nos Estados Unidos, a categoria de alimentos funcionais ainda não é reconhecida legalmente. No Brasil, somente a partir de 1999, a regulamentação técnica para análise de novos alimentos e ingredientes, foi proposta e aprovada pela Vigilância Sanitária/MS (EMED, 2011).

Nutracêuticos possuem diversas definições, entre estas definições, uma das mais aceitas seria a contração dos termos nutrientes + farmacêuticos, ou seja, alimentos, ou parte de alimentos, ou nutrientes, administrados em formas farmacêuticas. As classes de nutracêuticos incluem fibras dietéticas, ácidos graxos poli-insaturados, proteínas, peptídeos, aminoácidos ou cetoácidos, minerais, vitaminas e antioxidantes (MORAES, 2006). Comumente são utilizados e seus benefícios: Ácidos graxos poli-insaturados (Polyunsaturated fatty acids: PUFAs): Ômega 3 e Ômega 6.

Os PUFAS ômega-3 e ômega-6 são obtidos por meio da dieta ou produzidos pelo organismo a partir dos ácidos linoleico e alfa-linolênico. São necessários para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos. Esses ácidos graxos também participam da transferência do oxigênio atmosférico para o plasma sanguíneo, da síntese da hemoglobina e da divisão celular (MARTIN, 2006).

As principais fontes alimentares do ácido linoleico são: os óleos de soja, girassol e milho, e do ácido alfa-linolênico são: os óleos de linhaça, canola e peixes (MESQUITA, 2011). Entre as principais funções estão o depósito de energia e a conformação das membranas celulares, sendo também precursores de substâncias, como as prostaglandinas, tromboxanos e leucotrienos. Previnem e tratam doenças cardiovasculares, hipertensão, inflamações em geral, asma, artrite, psoríase e vários tipos de câncer (MARTIN, 2006). A suplementação com ômega-3 pode prevenir riscos cardiovasculares (BANSA, 2007).

4 METODOLOGIA

4.1 Obtenção das amostras

Foram comprados 24 kg de tilápias de cultivo, sendo cada lote 8 kg adquiridos no mercado central da cidade de Parnaíba – Piauí. As amostras de peixe foram colocadas individualmente em sacos plásticos transparentes e agrupadas em um saco maior contendo blocos de gelo lacradas em recipiente para o transporte adequado e acondicionadas em caixas térmicas contendo placas de gelo seco, para o laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal (TPOA) do Instituto Federal do Piauí.

O óleo bruto extraído dos resíduos de filetagem da Tilápia (*Oreochromis niloticus*) foi armazenado sob refrigeração a 5 °C, colocados em frascos âmbar devidamente fechados para evitar qualquer interferência de luz ou alteração de umidade.

Para análise do óleo comercial foram compradas cápsulas de óleo de peixe ômega 3 de 1000 mg, contendo ácidos graxos EPA e DHA, foram adquiridas em uma rede de farmácias na cidade de Teresina – Piauí, produzidas e distribuídas pela Nutracom Indústria e Comercio Ltda da cidade de Pouso Alegre – Minas Gerais (figura 2).

Figura 2: Capsulas de ômega 3.



Fonte: Autor

A tabela 1 apresenta os resultados das análises do óleo de tilápia e do óleo comercial, onde foram realizadas as seguintes análises de índices oleoquímicos: Índice de Acidez, %Ácidos Graxos Livres (%AGL), Índice de Peróxidos (IP), Índice de Iodo (II), empregando as metodologias da American Oil Chemists Society, AOCS (2004).

Tabela 1 - Índices oleoquímicos para análise de óleo

ÍNDICE	UNIDADE	MÉTODO
Índice de Acidez	mg NaOH/g	AOCS cd 1c – 85
%Ácidos Graxos Livres	mg de ácido oleico/100 mg	AOCS Ca 5a-406
Índice de Peróxido	mEq O ₂ /Kg	A.O.C.S. Cd 8-53
Índice de Iodo	g I ₂ /100 g	AOCS 1b-87

Fonte: Nascimento (2015).

4.2 Análise sensorial

A análise sensorial foi o do critério utilizado para a escolha de uma matéria-prima de excelente qualidade. O peixe “fresco” é definido como aquele que possui características sensoriais bem definidas, que proporcionam maior aceitação pelo consumidor. O método de qualidade utilizado no tratamento sensorial da Tilápia foi seguindo as seguintes características: cor dos olhos deve ser límpido e translúcido, brilho da superfície brilhante ou fosco, brânquias vermelhas, amarelas ou brancas, textura mole ou rígido e odor deve ser sem odor ou com odor.

4.3 Filetagem da Tilápia

Para obtenção de filetagens de Tilápia, primeiramente foram realizados pequenos cortes para obtenção dos rejeitos, como cabeças, nadadeiras e vísceras. Os rejeitos da filetagem foram separados em sacos plásticos impermeáveis, lacrados e para realização da extração e do óleo e armazenamento sob refrigeração a -4 ± 2 °C, para utilização nas análises das amostras.

4.4 Extração do óleo de filetagens da Tilápia

A extração de lipídios é uma determinação importante em estudos bioquímicos, fisiológicos e nutricionais dos mais diversos tipos de alimentos.

Os rejeitos da tilápia incluíram as vísceras, cabeças, nadadeiras que foram congeladas a -20 °C (lento), foram cortados em cubos de 5 cm de aresta, colocadas em béquer

de 600 mL, colocados a temperatura de 70°C por duas horas no banho-maria, com posterior decantação, separação e filtração para retirada de resíduos contendo fosfolipídeos, proteínas, amido e traços de metais. Após a distinção das fases líquidas, na fase oleosa é adicionado sulfato de sódio anidro com o objetivo de diminuir a umidade e turvação presente no óleo. Estas etapas estão no fluxograma 1.

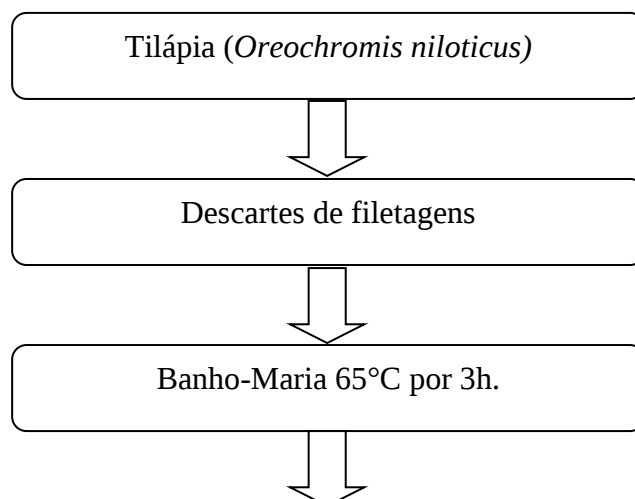
Figura 3: Amostras de filetagens e vísceras de Tilápia para extração do óleo bruto.

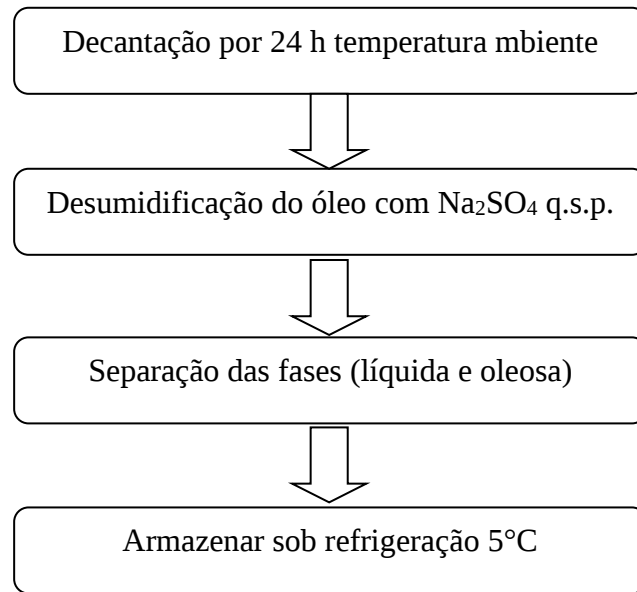


Fonte: Autor

O óleo foi filtrado e armazenado em garrafas âmbar sob refrigeração 5 ± 2 °C (CREXI, 2010). O uso de frascos âmbar se dá para evitar o contato do óleo com a luz, evitando que o mesmo venha perder suas propriedades por processos oxidativos.

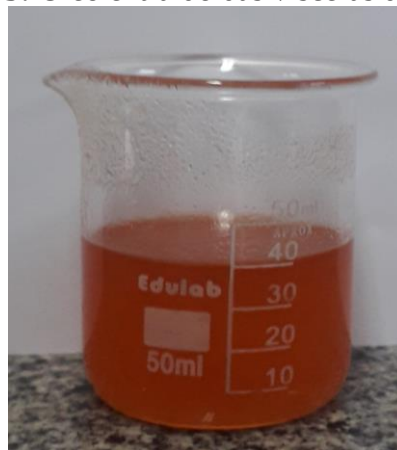
Figura 4: Fluxograma da extração de óleo bruto de pescado
Extração do óleo bruto de Tilápia (*Oreochromis niloticus*)





Fonte: Adaptado de Nascimento 2015

Figura 5: Óleo extraído das vísceras de Tilápia



Fonte: Autor

4.5 Rendimento do óleo bruto

O óleo de peixe pode ser extraído de peixes inteiros, vísceras, peles ou pelo processo de produção de farinha de peixe. É composto por 90% de lipídios neutros (triacilgliceróis, ácidos graxos livres) e lipídios polares (fosfolipídios, esfingolipídios e lipídios oxidados) (PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2011). Sua obtenção provém das etapas de cozimento e prensagem. O líquido removido da torta da farinha é misturado, centrifugado a uma temperatura de 80°C , obtendo-se o óleo de peixe bruto. Pode ainda, passar por um processo de refino para obtenção de um óleo clarificado, inodoro (LIMA, 2013).

O rendimento do óleo extraído dos rejeitos do Tambaqui, após aquecimento em banho maria e separação por decantação, calculado com base no peso inicial da amostra homogeneizada, menos o peso do óleo, a diferença é expressa em percentagem.

4.6 Delineamento experimental

Foi realizado um delineamento casualizado, onde as amostras de óleo de Tilápia, foram analisadas em triplicatas, sendo 33 amostras de óleo de tilápia, 27 amostras de capsulas de peixe. Foi analisado um total de 44 amostras de óleos de tilápia, cada análise foi em triplicata com 12 análises por tratamento, 3 para o óleo extraído e 1 para o comercial.

4.7 Índice de Acidez e % Ácidos Graxos Livres (%AGL)

O Índice de Acidez 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). O Índice de Acidez revela o estado de conservação dos óleos e gorduras, uma vez que, com o tempo, pode ocorrer o fenômeno da hidrólise com o aparecimento de ácidos graxos livres.

A determinação da acidez pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação do óleo. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons hidrogênio.

Os AGL são produzidos quando os triglicerídeos são hidrolisados. Portanto, a presença de AGL indica que a gordura foi exposta a água, ácidos e (ou) enzimas. As gorduras devem ser produzidas com a presença do mínimo de H₂O de modo que na estocagem, não ocorra hidrólise. A presença de ácidos graxos livres é dada pela porcentagem (em peso) de ácidos graxos livres, em relação a um ácido graxo específico, geralmente o ácido oléico (PM = 282,46 g) /100 mg ou outro ácido graxo predominante na amostra (AOCS Ca 5a-406).

4.8 Índice de Peróxido

O índice de peróxido corresponde aos milequivalentes (mEq O₂/Kg) de oxigênio ativo contidos em moles por 1000g de amostra, onde todas as substâncias oxidam o iodeto de potássio, devido sua ação fortemente oxidante. É expresso em mEq O₂/kg (A.O.C.S. Cd 8-53). O Índice de peróxido (IP) é a maneira comum de detectar rancidez da gordura. A oxidação é um processo autocatalítico e desenvolve-se em aceleração crescente, uma vez

iniciada. Fatores como temperatura, enzimas, luz e íons metálicos podem influenciar a formação de radicais livres. O radical livre em contato com oxigênio molecular forma um peróxido que, em reação com outra molécula oxidável, induz a formação de hidroperóxido e outro radical livre. Os hidroperóxidos originam dois radicais livres, capazes de atacar outras moléculas e formar mais radicais livres, dando assim uma progressão geométrica.

4.9 Índice de Iodo (I.I) pelo método de Wijs

Índice de iodo (II) é a medida da insaturação química que classifica óleos, gorduras e é utilizado como controle de alguns processamentos e os resultados são dados como o número de gramas de iodo absorvido por 100 g de amostra de gordura. Esse índice é baseado no fato de que iodo e outros halogênios se adicionam numa dupla ligação da cadeia insaturada dos ácidos graxos. Pode ser usado para estimar a relação de saturação e insaturação (S:I). Gorduras insaturadas têm II maior do que as gorduras saturadas. É expresso em g I₂/100 g, método (AOCS 1b-87).

4.10 Análise Estatística

Os resultados dos índices oleoquímicos foram por meio de média $\pm$ SD. A avaliação estatística foi determinada pela análise de variância (ANOVA) e comparação pelo Teste de Tukey. A significância estatística foi estabelecida em 5%. Os programas que foram utilizados para realizar essa etapa foram Microsoft Excel e Minitab 16 Statistical Software.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que pudesse ser feita todas as análises primeiramente foi feita uma análise sensorial sendo utilizada para avaliar o frescor do pescado, levando em conta aspectos sensoriais como coloração e aparência⁴⁹. Como as alterações que mais caracterizam a deterioração em peixes estão relacionadas principalmente a alterações sensoriais, a análise sensorial é o principal método de avaliação do frescor em peixes.

A avaliação sensorial é considerada satisfatória na avaliação da qualidade de peixes, apresentando vantagens adicionais como rapidez, baixo custo, não ser destrutiva e estar relacionada aos critérios de aceitação adotados pelos consumidores. A tabela 2 segue como deve ser os atributos observados durante essa análise.

Tabela 2 - Avaliação sensorial da espécie Tilápia (*Oreochromis niloticus*).

PARÂMETROS	ATRIBUTOS
Cor dos olhos	Límpido-translúcido/fosco
Brilho da superfície	Muito brilhante/brilhante/fosco
Brânquias	Vermelhas/amarelas/brancas
Textura	Mole/rígida/
Odor	Sem odor/com odor

Fonte: Autor (2019).

Após verificar as condições do pescado constatou-se que os mesmo estavam de acordo com os parametros estabelecidos pelo RIISPOA.

A tabela 3 apresenta os valores do peso bruto e do peso líquido do rendimento da Tilápia (*O. niloticus*) referentes aos três lotes verificados.

Foi observada diferença estatística entre os rendimentos de óleo das vísceras dos três lotes avaliados. O maior rendimento corresponde ao 3º lote, seguido pelo 2º lote e o 1º lote teve o menor rendimento resultados mostrados na tabela 3.

Tabela 3. Rendimento do resíduo de filetagem de óleo de tilapia (*O. niloticus*)

Resíduo de filetagem	Peso bruto*	Peso líquido	Rendimento %
1º lote	8.000, 05 g	91,80 g	1,147
2º lote	8.000, 10 g	103,20 g	1,290
3º lote	8.000, 03 g	119,76 g	1,497

Fonte: Autor 2019

Provavelmente essas diferenças em percentual do resíduo para extração do óleo podem estar associadas a diferença de idade, alimentação, período sazonal e o sexo dos peixes analisados, ou uma falta de uniformidade na trituração dos resíduos no momento da cocção (SALES et al., 2013).

A Tabela 4 apresenta os valores dos índices oleoquímicos de Acidez, %AGL, Peróxido e Iodo dos óleos brutos dos rejeitos de *O. niloticus* L., extraídos por aquecimento controlado, segundo CREXI (2010).

Foi verificado que o I.A nos 3 lotes foram superiores aos valores permitidos pela CODEX ALIMENTARIUS (2017), que estabelece valores ≤ 3 mg NaOH/g. Esses altos índices que o óleo extraído indica que podem apresentar impurezas que elevam a acidez.

Estatisticamente, o lote 2 apresentou diferença significativa estatisticamente quando comparado com os lotes 1 e 3, sendo o lote 2 o de menor valo. Esta diferença pode ter ocorrido por alguma alteração durante o processo de extração.

Tabela 4: Parâmetros oleoquímicos do óleo bruto de tilápia

ÓLEO DE TILÁPIA - EXTRAÍDO				
LOTE	I.A (mg NaOH/g)	% AGL (mg AG/100mg)	I.P (mEq/Kg)	I.I (g I ₂ / 100 g)
1	8,290 ^a ±0,701	41,74 ^a ± 3,53	9,96 ^{ab} ±1,99	186,42 ^a ±2,01
2	4,039 ^b ± 0,397	20,34 ^b ± 2,00	14,60 ^a ± 2,30	162,63 ^b ± 2,26
3	7,539 ^a ± 0,1594	37,961 ^a ±± 0,083	6,64 ^b ±2,30	161,47 ^b ±2,37

Fonte: autor (2019).

* Médias de tratamentos seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância, para os I.A; I.P e I.I.

Estudos de Gomes, Gontijo e Neves (2011) mostraram valores médios para índice de acidez, que foi de 7,6 mg KOH/g para óleo de tilápia extraído por cocção e prensagem. Nas pesquisas de Valle *et al.* (2011) realizaram uma comparação da acidez do óleo de tilápia, onde encontraram valores o índice de acidez foi de 7,14mg KOH/g, semelhante a este estudo, assim como Oliveira et al, (2012), que encontrou semelhança para o mesmo índice de acidez, que foi de 8,25 mgKOH/g. Que a decomposição dos ácidos graxos é um indicativo da

influência de fatores, como temperatura, luz que alteram a conservação do óleo, levando ao aumento de ácidos graxos livres (CARVALHO, 2016).

Araújo (2007) em seus estudos verificou que o óleo extraído da tilápia teve um índice de acidez 1,29mg KOH/g menor ao desta pesquisa, indicando que no processo de extração ocorre interferência oxidativa na composição do óleo.

Para os valores encontrados de %AGL, onde foi utilizado o cálculo para ácido oleico, foi observado diferenças significativas ($p \geq 0.05$) para o lote 2 quando comparado ao 1 e 3, onde os valores foram: lote 1 (41,74), lote 2 (20,34) e lote 3 (37,961). O conteúdo inicial de ácidos graxos livres do pescado se deve as enzimas endógenas contidas em suas vísceras Crexi, Souza-Soarez, Pinto, (2009), o que aumenta a necessidade de refrigeração e extração do óleo de vísceras rapidamente após a evisceração.

Para o Índice de Peróxido de tilápia, foram verificados valores significativamente mais elevados para o primeiro e segundo lote (9,96 mEq/Kg e 14,60 mEq/Kg), respectivamente. Ambos os valores não estão em conformidade com a legislação (≤ 5 mEq/Kg, da CODEX ALIMENTARIUS). Dentre os lotes analisados apenas o 3º lote encontrou-se um valor aproximado pela legislação, que foi de (6,64 mEq/Kg), porem onde foi superior. De acordo com Araújo (2007), o índice de peróxido é um indicador sensível, no estado inicial da oxidação, tem como consequência a destruição das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais, além da formação de subprodutos com odor e sabor forte. Os peróxidos são os primeiros compostos formados, quando uma gordura deteriora, toda gordura oxidada dá resultado positivo nos testes de peróxido (FENNEMA, 2014).

Para Byum *et al.* (2008), que estudou a caracterização do óleo de peixe extraído de sub-produtos de processamento, verificou que o valor para peróxido foi de 9,23 mEq/Kg semelhante ao valor encontrado nessas análises.

Para o índice de iodo as amostras de óleo de tilápia apresentaram valores estatisticamente bons, mostrando que o óleo extraído das vísceras possui o elevado grau de instauração, com destaque para o 1º lote que foi de 186,42 gI₂/100g, que está acima do permitido pela legislação, mínimo de 145,00 g I₂/100 g e máximo de 180 g I₂/100 (BRASIL, 1995)

O óleo do resíduo da filetagem de tilápia extraídos dos lotes 2 e 3 não apresentaram diferenças significativas para o índice de iodo que foram de 162,63 gI₂ e 161,47gI₂), respectivamente. Isso mostra que a dieta utilizada na alimentação desses peixes favorece para que possuam um perfil lipídico rico em ácidos graxos insaturados. O lote 1 encontrado nesta pesquisa está um pouco acima permitido pela legislação, com mínimo de

145 gI₂/100mg e máximo de 180gI₂/100mg (BRASIL 1995).

O grau de instauração está relacionado com a concentração das duplas ligações dos ácidos graxos insaturados, que dependem de cada espécie de peixe e origem ambiental.

Oliveira (2017), estudando óleos extraídos de peixes em fase de engorda obteve os seguintes resultados 64,27gI₂ para óleo bruto de vísceras de tilápia e 64,01gI₂ para o óleo vísceras de tilápia refinado, mostrando que o processo de refino não compromete totalmente o índice de instauração o óleo. Entretanto, os valores foram bem abaixo do encontrado nesse trabalho comprovando a importância da alimentação e o tempo necessário para se fazer a extração. Lemos (2015), encontrou em seus resultados da tilápia índice de iodo no valor de 51,66 gI₂ ± 0,04 gI₂/g, sendo um índice considerado baixo em relação ao estudo de Bellaver, (2009) estipula para óleos de peixes os valores de 170-190 gI₂/g. O baixo valor do índice de iodo pode ter relação com a dieta das tilápias utilizadas no experimento, já que as mesmas eram advindas em criação de cativeiro e alimentação das mesmas são baseadas rações artificiais e as mesmas não favorecem um perfil lipídico rico em ácidos graxos insaturados (SARGENT et al., 2002), sendo sua idade e período de reprodução tendo grande importância nesses perfis.

Já Carvalho (2016) fez seu estudo com partes separadas de tilápias como cabeça, carcaça e vísceras, e para ambas as partes sempre encontrou valores bem abaixo dos encontrados nesse trabalho, seus valores foram: cabeça 95,67 gI₂; carcaça 93,14 gI₂ e víscera 95,94 gI₂, mostrando-se assim que não houve diferença significativa do óleo extraídos de diferentes resíduos.

T. Bako (2014), estudando a espécie sarda (*Scomber scombrus*), encontrou índice de II de 168,0 gI₂/100/g para óleo bruto e 105 gI₂/100/g para óleo refinado. Nascimento (2015), mostrou em seus experimentos que quanto mais tratamento passar o óleo, maior serão as alterações físico-química em relação ao índice de iodo de 117.7 I₂/100g a ± 0.2 para óleo bruto e índice de iodo 93.92 I₂/100/g ± 0.7 para óleo hidrolisado. Fatores como a degradação lipídica e os reagentes utilizados nas análises podem justificar os valores encontrados na pesquisa aqui apresentadas. O lote 2, tanto no I.A como no %AGL apresentaram ≠ estatísticas.

5.1 Comparação entre o óleo extraído das vísceras de tilápia e óleo de capsulas

Foi realizada a caracterização físico-química do óleo comercial onde determinou-se o índice de acidez, percentual de ácidos graxos livres (AGL), índice de peróxido e índice

de iodo. A tabela 4 apresenta os valores encontrados para os óleos extraído e o comercial. Após a caracterização de ambos os óleos, verificou-se diferenças significativas em suas propriedades.

Tabela 5: Comparação das análises oleoquímicas extração e comercial

	COMERCIAL	EXTRAÇÃO
I.A (mg NaOH/g)	1,316 ^a ±0,263	6,62 ^b ±2,27
% AGL (mg AG/100mg)	6,627 ^a ± 1,324	33,35 ^b ± 11,42
I.P (mEq/Kg)	6,41 ^a ±1,153	10,40 ^a ± 4,00
I.I (g I₂/ 100 g)	280,33 ^a ± 2,50	170,17 ^b ±14,08

Fonte: Autor (2019).

* Médias de tratamentos seguidas por letras distintas diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância, para os I.A; I.P e I.I.

Todos os índices encontrados da amostra comercial não diferenciaram estatisticamente da legislação. O índice de acidez foi significativamente ($p < 0,05$) e obteve valor médio (6,62 mg NaOH/g) maior na amostra extraída, enquanto que a amostra comercial foi menor (1,316 mg NaOH/g). Para o percentual de ácidos graxos livres o valor da amostra de extração foi considerado significativamente ($p < 0,05$) elevado, verificando-se um valor médio de 33,35 mg AG/100mg, sendo que este valor é considerado muito maior em relação ao óleo de peixe comercial. Isto pode ser atribuído a influência da umidade e fatores ambientais do processamento. Medeiros-Junior, Eiras & Alves (2017), em sua pesquisa encontrou valor maior, que foi de 3,88 mg NaOH/g para acidez para o óleo de corvina do que em comparação ao óleo comercial. Martins et al. (2015), obteve valor mais baixo (0,19 mg NaOH/g) para óleos de peixe, valores esse abaixo do apresentado nesse trabalho.

O valor de peróxido do óleo comercial verificado de 6,41 mEq/kg mostrou um baixo valor de degradação oxidativa em comparação ao óleo extraído da tilápia, que foi de 10,40 mEq/ Kg, resultados que mostram que os óleos estão em ótimo estado. Sendo o primeiro o primeiro valor de peróxido está em conformidade com a resolução ANVISA nº 482/1999 e o CODEX ALIMENTARIUS. A presença de peróxidos não é desejável em óleos e gorduras, pois pressupõe processos degradativos.

Nascimento et al. (2015) em sua de métodos de neutralização de óleo de peixe encontrou valor para o peróxido de 6,5 mEq/Kg, semelhante ao valor da amostra de óleo de peixe comercial, sendo considerado um valor mais baixo.

Segura (2012), encontrou um valor mais baixo, que foi de 1,97 mEq/kg abaixo do óleo comercial, obtida do subproduto das vísceras.

Quanto maior o valor encontrado para o índice de iodo, maior o grau de instauração. Em relação a amostra de óleo extraído de tilápia, verificou-se que os valores foram bastante variáveis em relação a %AGL, acidez e peróxido foram maiores que os índices da amostra comercial, com exceção da amostra de iodo com valor (170,17), significativamente menor que o da amostra comercial (280,33). Essa variação pode ter uma relação com alguns fatores, como a espécie de peixe, seu habitat, alimentação, idade e processos de extração. No entanto, o óleo de peixe marinho já é mais insaturado que o de água doce. Com tudo o óleo extraído mostrou um grau de instauração elevado, provavelmente a ração usada na alimentação dos animais teve alguma suplementação.

Nazir et al (2017) e Nascimento (2014) estudaram óleo bruto de peixe, e obtiveram valores médios entre 109,10^a I₂/g a 117,7 I₂/g, respectivamente, considerados abaixo desses encontrados. Já De Oliveira *et al* (2016) encontrou um valor maior para iodo, que foi de 289 ug/100g, quando estudou óleo de subprodutos de Atum obtido por hidrólises enzimáticas.

6 CONCLUSÃO

Concluiu-se que o óleo bruto de resíduos de filetagens de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) mostrou-se estável em suas características físico-químicas em relação aos parâmetros de qualidade, conservação e armazenamento do mesmo, a elaboração de subprodutos originados a partir dos resíduos de pescado pode servir como uma forma sustentável de aproveitamento, diminuindo os impactos ambientais. Além de oferecer vantagens no aspecto social e econômico com o surgimento de alternativas com valor agregado.

É necessário a conscientização do setor pesqueiro para o gerenciamento de resíduos sólidos sob a ótica da sustentabilidade. Para isso, são necessárias políticas públicas no sentido de regulamentar de forma eficiente, criando incentivos e fornecendo orientação técnica contínua sobre o aproveitamento dos resíduos.

O óleo de peixe comercial apresentou qualidade e estabilidade oxidativa, indicando que não houve degradação nos ácidos graxos, quando comparado com o óleo de extração do óleo da tilápia.

Existe uma necessidade para de mais estudos dos óleos para o aprimoramento dos métodos de vários processos de extração e refino para o óleo bruto. Pois estes óleos ainda contêm muitas substâncias interferentes que podem alterar a qualidade do óleo.

REFERÊNCIAS

- ANDLAUER, Wilfried; FÜRST, Peter. Nutraceuticals: a piece of history, present status and outlook. **Food Research International**. Institute for Biological Chemistry and Nutrition, University of Hohenheim, D-70593 Stuttgart, Germanyv. 35 p. 171-176, 2002.
- ARAÚJO, K. L. G. V.; Avaliação físico-química do óleo de peixe. 2007. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos). UFPB, João Pessoa, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. **Official Methodos of Analysis of the Association of Analytical Chemists**. 13 Ed. Arlington, p. 211 – 17. 2004.
- BANSAL S, Buring JE, Rifai N, Mora S, Sacks FM, Ridker PM. **Fasting compared with nonfasting triglycerides and risk of cardiovascular events in women**. JAMA 2007; 298: 309-316. DOI: [http://dx.doi.org/ 10.1001/jama.298.3.309](http://dx.doi.org/10.1001/jama.298.3.309).
- Bako, T., V. I. Umogbai, J. O. Awulu. 2017. Criteria for the extraction of fish oil. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 19(3): 120–132.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. **Diário Oficial da União** 1999.
- BRASIL, 2017. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/diariooficial-publica-decreto-do-novo-regulamento-de-inspecao-industrial-e-sanitaria>. Acesso em 24 janeiro de 2019
- BOSCOLO, Wilson Rogério; HAYASHI Carmino e MEURER, Fábio. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis L.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- BORGO LA, ARAÚJO WMC. Mechanisms of the process of lipid oxidation. **Hig Alimentar**. 2005; 19(30):50-8.
- BOSCARDIN-BORGHETTI, Nadia Rita. **Aqüicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo** / Nadia Rita Boscardin Borghetti, Antonio Ostrensky, Jose Roberto Borghetti, - Curitiba: Grupo Integrado de Aqüicultura e Estudos Ambientais., 2003.
- CHEN, et al. N-3 essential fatty acids in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: quantification of optimum requirement of dietary linolenic acid in juvenile fish. **Aquaculture**, 416-417, p. 99-104, 2013.
- CLELAND, John; BERNSTEIN, Stan; EZEH, Alex; FAUNDES, Anibal; GLASIER, Anna; INNIS, Jolene. Family planning: the unfinished agenda **Lancet**, Sexual and Reproductive Health Seriesv.368, issue 9549 p. 1810-1827, 2006.

COSTA, Jéssica Ferreira *et al.* UTILIZAÇÃO DE CARNE MECANICAMENTE SEPARADA (CMS) DE TILÁPIA NA ELABORAÇÃO DE FARINHA COM ALTO VALOR NUTRICIONAL. **Bol. Inst. Pesca, São Paulo**. Rio de Janeiro, Brasil. Doi v.42, n.3 p.548, 2016

CREXI, V.T. **Óleos de carpa comum (cyprinus carpio) obtidos através dos processos de farinha de pescado e de ensilagem: características e perfis lipídicos**.2010.144f. Tese (Doutorado em engenharia e ciência dos alimentos) UFRN, Natal, 2010.

EMED, T. **Alimentos Funcionais**. 2011. Disponível em: <<http://www.nutricaoclinica.com.br/>>. Acesso em: 23 de junho de 2019.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Proposed draft standard for fish oils. Joint fao/who food standards programme codex committee on fats and oils 20th edition, 2015.

De Oliveira, Dayse, A.S.B et al. Physicochemical and sensory characterization of refined and deodorized tuna (*Thunnus albacares*) by-product oil obtained by enzymatic hydrolysis. **Food Chemistry** 207 (2016) 187–194

FAO (2009) - **Fisheries and aquaculture information and statistic service**: 2007: Global aquaculture production: 1950-2007. Disponível em: <<http://www.fao.org/figis>>. Acesso em 14 de janeiro de 2019

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.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco, Acre **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008.

FIRETTI, Ricardo; GARCIA, Sheila Merlo ; SALES, Dalton Skajko (2007) - **Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura**. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Planejamento/Index.htm>. Acesso em 14 de janeiro de 2019

FISHBASE: **Catalogue of life**: 2007. Disponível em < <http://www.fishbase.org/> >. Acesso em 13 de janeiro de 2019.

FOX NJ, STACHOWIAK GW. Vegetable oil-based lubricants: **A review of oxidation**. Tribol Int. 2007; 40(7):1035-046. doi: 10.1016/j.triboint.2006.10.0 01.

FURLANETO, Fernanda de Paiva Badiz. AYROZA, Luiz Marques da Silva. AYROZA, Daercy Maria Monteiro de Rezende. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis sp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/05. **Informações Econômicas**, vol. 36, n. 3, p. 63-69, 2006.

GHORBANZADE, Tahere; JAFARI, Seid Mahdi; AKHAVAN, Sahar; HADAVI, Roxana.

Nano-encapsulation of fish oil in nano-liposomes and its application in fortification of yogurt. **Food Chem**, Gorgan, Iran, v. 216, n.6, p. 146–152, 2017.

GERALDES, Daniel. **Farinha e Óleo de Peixe**. Disponível em: <<https://www.editorastilo.com.br/farinha-e-oleo-de-peixe/>> Acesso em: 15 de janeiro de 2019

HIGUCHI, Leticia Hayashi. **Produção, caracterização nutricional e utilização de farinhas e óleos de resíduos de peixes neotropicais em dietas para Tilápia do Nilo**. Tese (Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – São Paulo, p. 86. 2015.

HUGENHOLTZ, Jeroen; SMID, Eddy J. Nutraceutical production with food-grade microorganisms. **Current Opinion in Biotechnology**. v. 13, n.5 p. 497-507, 2002

IBAMA (1998) - **PORTARIA nº 145/98, de 29 de outubro de 1998**. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/download/marcos_legais/PORTARIA_N_145_DE_29_de_outubro_de_1998.pdf>. Acesso em 15 de janeiro de 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa pecuária municipal**: IBGE, 2016. Disponível em : <<http://www.ibge.gov.br/estatistica/>>. Acesso em: 24 janeiro de 2019.

Igor S. T. Vicente, Fabiana Elias e Carlos E. Fonseca-Alves. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Rev. de Ciências Agrárias** vol.37 no.4 Lisboa dez. 2014.

KWAK, N.; JUKES, D. J. Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept. **Food Control** . v. 12, p. 99-107, 2001.

PEDRON, Fabio de Araujo Pedron; Neto João Radünz; EMANUELLI, Tatiana; SILVA, Leila Picolli da Silva; LAZZARI, Rafael; CORRÊIA, Viviani; BERGAMIN, Giovani Taffarel; VEIVERBERG, Cátia Aline. Diferentes fontes proteicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 36, n. 1, p. 240-246, 2006.

MAQSOOD, S.; BENJAKUL, S.; KAMAL-ELDIN, A. Extraction, processing, and stabilization of health-promoting fish oils. *Recent Pat.Food, Nutr. Agric*, v. 4, p.141–147, 2012.

MARQUES, Dalcilene Ramos. **Métodos de aproveitamento do pescado**. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/metodos-de-aproveitamento-do-pescado/47769>>. Acesso em: 17 de janeiro de 2019

M.L. Menegazzo et al. Production and characterization of crude and refined oils obtained from the co-products of Nile tilapia and hybrid sorubim processing. *Food Chemistry* 157, 100–104. (2014)

MARTINS, G. I. **Potencial de extração de óleo de peixe para produção de biodiesel**. 2012. 93p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel Paraná, 2012.

- MARTINS, Helen. **Criadores de tilápia do PR aumentam a produção e melhoram de vida**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globorural/noticia/2018/05/criadores-de-tilapia-do-pr-aumentam-producao-e-melhoram-de-vida.html>>. Acesso em 20 de janeiro de 2019.
- MAGALHÃES CEDRO, Thaiz Marinho *et al.* Proporções entre ácidos graxos poli-insaturados em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3. 706 Cedro *et al.* **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.4, p.706-711, abr, 2011
- MEDEIROS JUNIOR, Elias Fernandes; EIRAS, Bruno José Corecga Fernandes; RODRIGUES, Evelize Cristina; ALVEZ, Marileide Moraes. Avaliação higiênico-sanitária do pescado comercializado na cidade de Bragança Pará. **Nutritime**, Viçosa, v.12, n.5, p.4237-4243, set-out, 2015.
- MPA (2014). **Melhoramento Genético da Tilápia**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2013/12/governo-federal-in-veste-no-melhoramento-genetico-da-tilapia>>. Acesso em 14 de janeiro de 2019.
- MARTIN CA, Almeida VV, Ruiz MR, Visentainer JEL, Matshushita M, Souza NE *et al.* Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Rev Nutr** 2006;19(6):761-770. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732006000600011>.
- Md. Rasel Molla, A. K. M. Asaduzzaman, Md. Abdur Rashid Mia, Meftah Uddin, Shahangir Biswas, Md. Salim Uddin. Nutritional Status, Characterization and Fatty Acid Composition of Oil and Lecithin Isolated from Fresh Water Fish Shoul (*Channa striata*). *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. Vol. 5, No. 1, 2016, pp. 9-15. doi: 10.11648/j.ijnfs.20160501.12
- Medeiros-Junior, Eiras & Alves. Propriedade físico-química do óleo de vísceras de corvina *Cynoscion virescens* Physical and chemical properties bowels oil of green weakfish *Cynoscion virescens*. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**.5 (2), i-iv, 2017.
- MESQUITA, Tamirys Ribeiro *et al.* **Efeito anti-inflamatório da suplementação dietética com ácidos graxos ômega-3, em ratos**. *Rev. dor* [online]. 2011, vol.12, n.4, pp.337-341. ISSN 1806-0013. <http://dx.doi.org/10.1590/S180600132011000400010>.
- MORAES FP, Colla LM. Alimentos funcionais e nutra- cêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Ver Eletr Farm** 2006;3(2):109-122.
- NASCIMENTO, Vera Lúcia Viana *et al.* Characterization of a hydrolyzed oil obtained from fish waste for nutraceutical application. **Food Science Technology** Campinas, v. 35, n.2, p. 321-325, Abr.-Jun, 2015.
- NAYLOR, Rosamond L. *et al.* Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature, London**, v. 405, n. 6790, p. 1017-1024, 2000.
- NOBREGA, Renata Oselame *et al.* Dietary α -linolenic for juvenile Nile tilapia at cold suboptimal temperature. **Aquaculture**, Atlanta, v. 471, p. 66-71, 2017.

Norziah, M.H; Nuraini, J.e Lee, K.Y..Studies on the extraction and characterization of fish oil from wastes of seafood processing industry. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**. Food Technology Department, School of Industrial Technology, Universiti Sains Malaysia. 2 (04), 959-973, 2009.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Ed. Agropecuária. 2002, 200p.

OLIVEIRA, Roseane Maria Evangelista. **Caracterização de óleos e farinhas, obtidos da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*)**. Tese (Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras – Minas Gerais, p. 171. 2015.

PEIXOTO, M. R. S.; SOUSA, C. L.; MOTA, E. S. Utilização de pescada (*Macrodon ancylodon*) de baixo valor comercial para obtenção de surimi empregado na elaboração de salsicha com sabor de camarão. **Higiene Alimentar**, Curitiba v.16, n.99, p.95-101, 2002.

RAPOSO, H. F. Efeito dos ácidos graxos n-3 e n-6 na expressão de genes do metabolismo de lipídeos e risco de aterosclerose. **Revista de Nutrição**, n.23, n.5, p.871-879, 2010.

REBELATTO JUNIOR, Isidoro Antonio *et al.* Reprodução e engorda do pirarucu: levantamento de processos produtivos e tecnologias. 1. ed. Brasília: **Embrapa**, v. 1. 102 p, 2015.

RAMALHO V, Jorge N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Quím Nova**. 2006; 29(4):755-60. doi: 10.1590/S0100-4042 2006000400023.

ROBERFROID, Marcel B. Functional food concept and its application to prebiotics. **Digestive and Liver Disease**. Louvain, Bélgica v. 34, Suppl. 2, p. 105-10, 2002.

RODRIGUES, Andressa Tellechea. **DESEMPENHO DE JUVENIS DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) E PACU (*Piaractus mesopotamicus*) EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, Rio Grande do Sul, p. 42. 2016.

SALINI, Michael *et al.* Effect of dietary saturated and monounsaturated fatty acids in juvenile barramundi *Lates calcarifer*. **Aquacul. Nutr.**, Victoria, Australia, v. 23, n. 23, p.264-175, 2017.

SEGURA, J. G.; et al.; Characterization of fish oils extracted by freezing from freshwater fish viscera. In: AQUA 2012 - Global Aquaculture Securing our Future, 2012, Praga. Novel Feeds, Ingredients and Feed Additives, 2012.

GAGLIARDI, Ana Carolina Moron et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. **Arq Bras Cardiol**, Rio de Janeiro, v.100, n.1-40, p. 40. 2013.

SCHERR, Carlos; FIGUEIREDO, Valeria N.; MOURA, Filipe A; SPOSITO, Andrei C. Not simply a matter of fish intake. **Cur Vasc. Pharmacol**, v.13, n. 5, p. 676-678, 2015.

SCHULTER, Eduardo Pickler; VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro. **Evolução da**

piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de Tilápia. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-Brasília. Rio de Janeiro: Ipea, 2017.

SIDONIO, Luiza *et al.* Panorama da aquacultura no Brasil: desafios e oportunidades. **Agroindústria**, v. 35, p. 421-463, 2012.

TALAKOUB, LILY NEUHAUS; ISAAC M.; YU, SIEGRID S. “Chapter 2: Cosmoceuticals”. In: *Alam, Murad*; Gladstone, Hayes B.; Tung, Rebecca. *Cosmetic Dermatology*. Requisites in dermatology. **Elsevier Health Sciences**. p. 9, 2008.

VICENTE, Igor S.T.; ELIAS, Fabiana; FONSECA-ALVES, Carlos E. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Botucatu, SP, v.37, n. 4, p. 392-398, 2014.

ÜNAL ŞENGÖR, G.F.; CEYLAN, Z.; DOĞRUYOL, H. Determination of the quality changes of whole cuttlefish (*Sepia officinalis*, L., 1758) stored at 2°C. **Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Izmir, Turquia, v. 35, n.2, p. 115-119, 2018.