



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

ISAÍAS SOARES DE CARVALHO

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS DE DESCARTES
DE FILETAGEM DE TAMBQUI (*Colossoma macropomum*)**

TERESINA-PI

2017

ISAÍAS SOARES DE CARVALHO

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS DE DESCARTES
DE FILETAGEM DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)**

Trabalho de conclusão de curso
(monografia) apresentado como exigência
parcial para obtenção do diploma do curso
Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.
Campus Teresina-Central.
Orientador: Prof. Dr^a. Vera Lúcia Viana do
Nascimento

TERESINA

2017

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente com dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

C331e Carvalho, Isaías Soares de
EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS DE DESCARTES DE FILETAGEM
DE TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) / Isaías Soares de Carvalho - 2017.
45 p.: il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, Tecnologia de Alimentos, 2017.

Orientadora: Profa Dra. Vera Lúcia Viana do Nascimento.

1. Resíduos. 2. Índices oleoquímicos. 3. Índice de Iodo. I. Título.

CDD 664

ISAÍAS SOARES DE CARVALHO

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS DE DESCARTES DE FILETAGEM
DE TAMBAQUI (COLOSSOMA MACROPOMUM)**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, como requisito para obtenção de grau de Tecnólogo em Alimentos.

Monografia aprovada em 21 de setembro de 2017.

Banca examinadora:

Assinado no original

Orientadora: Dr.^a Vera Lúcia Viana do Nascimento
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Assinado no original

Examinadora: Victória Maura Silva Bermúdez
Instituto Federal do Ceará- Campus de Fortaleza

Assinado no original

Examinadora: M.Sc. Edilene Ferreira da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

Aos pais, amigos e familiares.

AGRADECIMENTOS

Embora este trabalho seja pessoal, não é o fruto do esforço de uma só pessoa. De maneira humilde e com o maior prazer, gostaria de agradecer a várias pessoas, que deram a sua valiosa contribuição para que mais uma etapa de vida acadêmica tenha sido finalizada.

Em primeiro lugar à Deus, a minha família em nome de minha querida mãe, Maria Izidória de Carvalho, à Professora Doutora Vera Lúcia Viana do Nascimento, pelo acompanhamento e orientação deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos. Agradecer a dedicação, o incentivo, a disponibilidade e a ajuda que levaram este trabalho a concretização.

À Mestre Prof^a Edilene Ferreira, pela simpatia, pela disponibilidade e ajuda no trabalho escrito.

Aos Doutores Professores (as) Robson Alves da Silva, Regiane Feitosa Nunes, Lidiana Sirqueira, com todas as dificuldades e com muita dedicação.

Aos Mestres (as) Prof^o Juliano Vale, Ronaldo Cunha, Prof^a Layane Leal, Sabrina Mendes, Jurecir da Silva, com toda sua alegria e paciência dedicado ao curso.

A todos os técnicos de laboratório de Bromatologia do IFPI-Campus Teresina Central, na pessoa do Manoel de Jesus Marques da Silva, pelo incentivo e insistência na frequência deste Curso e todos os conhecimentos transmitidos.

A todos os colegas de classe ao longe dessa árdua escalada, especialmente Eduardo Rodrigues Mata, Joyce Karoline Souza Santos, Vanessa Ribeiro, Gislayne Bianca, Antônio Miquéias e Géssica Joice.

Agradeço a todos amigos, a quem dedico esta tese, agradeço estarem presentes nos bons e nos maus momentos, os conselhos, o incentivo e apoio. Obrigado pelos bons momentos passados, que ajudavam a superar o trabalho e ficarão guardados na memória.

À minha família, aos amigos Dr. Antônio Élson Leal, Josimário Almeida da Silva (baiano) e Ricardo Wall de Castro e à família deles, pelo apoio incondicional e incentivo.

Agradeço a ajuda nas horas mais difíceis.

*“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas,
pessoas transformam o mundo”.*
Paulo Freire

RESUMO

O tambaqui *Colossoma macropomum* é uma espécie originária da América do Sul, da bacia Rio Amazonas, pertencente à família Characidae, podendo medir 90 cm e pesar 30 kg, é o segundo maior peixe de escamas do Brasil. O tambaqui é a segunda espécie mais cultivada no Nordeste com 24,5% do volume total, ficando atrás apenas da tilápia que representa 63,03% da produção em cativeiro de peixes da região. Do ponto de vista nutricional, o alto valor biológico das proteínas do peixe coloca-se no patamar da carne bovina. A indústria de pescado produz quantidade significativa de resíduos, em tambaqui (*Colossoma macropomum*) filetado chega a índice de 67% de resíduos, são percentuais que acarreta danos incalculável ao meio ambiente. Esta pesquisa tem o objetivo de avaliar as características físico-químicas do óleo de rejeitos de filetagem de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) obtidos de feiras livres em Nazária-PI, para o aproveitamento do potencial dessa matéria prima de interesse industrial e determinar o rendimento dos óleos de descartes de filetagem do Tambaqui; Para a avaliação química do óleo do TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) foram realizadas as seguintes análises de índices oleoquímicos: Índice de Acidez, Ácidos Graxos Livres (AGL), Índice de Peróxidos (IP), Índice de Iodo (II). Rendimento de do óleo bruto (4,27%, - 28,72%, - 16,43%, - 11,20%), lote 1, 2,3 e 4 respectivamente. Em todos os índices oleoquímicos o lote 1 foi o único que mostrou com valores acima do permitido pelas legislações para óleo, com exceção do Índice de Iodo deste mesmo lote. Os demais lotes foram iguais estatisticamente em todos os Índices analisados. Os resíduos apresentaram elevada capacidade de armazenamento lipídico, podendo ser utilizado para agregar valores em diversos estudos, possibilitando a sua utilização em várias áreas alimentícias e para consumo humano.

Palavras chaves. Resíduos, índices oleoquímicos, índice de Iodo.

ABSTRACT

The Tambaqui *Colossoma macropomum* is a species native to South America, the Amazon River Basin, belonging to the Characidae family, can measure 90 cm and weigh 30 kg, is the second largest fish of scales in Brazil. Tambaqui is the second most cultivated species in the Northeast with 24.5% of the total volume, being behind only tilapia that represents 63.03% of captive fish production in the region. From the nutritional point of view, the high biological value of the fish's proteins lies in the level of beef. The fish industry produces a significant amount of waste, in tambaqui (*Colossoma macropomum*) fillet reaches 67% of waste, are percentages that entails incalculable damages to the environment. The objective of this research was to evaluate the physico-chemical characteristics of Tambaqui (*Colossoma macropomum*) tailings oil obtained from free trade fairs in Nazária-PI, in order to exploit the potential of the raw material of industrial interest and determine the yield of the oils of Tambaqui archive discards; For a chemical evaluation of the oil of TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) were carried out as oleochemical indexes: Acidity Index, Free Fatty Acids (FFA), Peroxides Index (PI), Iodine Index (II). Crude oil yield (4.27%, - 28.72%, - 16.43%, - 11.20%), lot 1, 2.3 and 4 respectively. In all indexes, oleochemicals lot 1 was the only one that showed values above that allowed by the legislation for oil, with the exception of the Iodine Index of this same batch. The other lots were statistically the same in all indices analyzed. The residues showed lipid storage capacity, and can be used to aggregate values in several studies, allowing their use in various food areas and for human consumption.

Keywords. Residues, oleochemical valor, Iodine valor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Tambaqui.....	24
Figura 2	Amostras de filetagem e vísceras de Tambaqui (<i>c. macropomum</i>)...	28
Figura 3	Extração do óleo bruto de Tambaqui (<i>c. macropomum</i>).....	29
Figura 4	Óleo obtido da extração do Tambaqui.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Índice oleoquímicos para óleo.....	26
Tabela 2	Rendimento do resíduo de filetagem de óleo de Tambaqui.....	32
Tabela 3	Parâmetro físico-químicos do óleo de filetagem (cabeça, nadadeiras e vísceras) Tambaqui, extraído por cocção.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGL	Ácidos Graxos Livres
IA	Índice de Acidez
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
II	Índice de Iodo
IP	Índice de Peróxidos

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	20
3.1 A PRODUÇÃO DE PESCADO.....	20
3.2 PISCICULTURA BRASILEIRA	20
3.3 PEIXES REDONDOS	21
3.4 TAMBACUI (<i>Colossoma macropomum</i>)	23
3.5 ÓLEOS DE DESCARTES DE FILETAGEM DE PESCADOS.....	24
3.6 LIPÍDEOS	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 Obtenção da matéria-prima	26
4.2 Extração de óleos dos rejeitos do Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	27
4.3 Rendimento do óleo bruto.....	29
4.4 Delimitação Experimental	30
4.5 Índice de Acidez (IA)	30
4.6 Percentual de Ácidos Graxos Livres (% AGL)	30
4.7 Índice de Peróxido (IP)	31
4.8 Índice de iodo (I.I) pelo método de wijs.....	31
4.9 Análise Estatística.....	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
6 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se observado um crescente aumento no consumo de pescado, fazendo com que a piscicultura seja uma das atividades que mais crescem no mundo. O tambaqui *Colossoma macropomum* é uma espécie originária da América do Sul, da bacia Rio Amazonas, pertencente à família Characidae, podendo medir 90 cm e pesar 30 kg (GOMES, 2010; LOPERA-BARRERO, 2011). É de grande aceitação na produção, pois está presente em 24 Estados brasileiros (LOPERA-BARRERO, 2011).

A demanda mundial por pescado tem sofrido um significativo incremento nas últimas décadas, principalmente em função do crescimento populacional e da busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis. Neste contexto, a aquicultura desponta como a alternativa mais viável para continuar aumentando a oferta nos próximos anos, visto que a pesca se encontra com a produção estabilizada desde a década de 1990 (FAO, 2014a).

Além do seu valor nutricional, trata-se de um alimento que é de fácil digestibilidade e com baixos níveis de colesterol, as proteínas têm todos os aminoácidos essenciais e os lipídios são constituídos por um conjunto de ácidos gordos que, para além da sua importância nutricional, são também benéficos para a saúde (BANDARRA et al., 2001).

O tambaqui é a segunda espécie mais cultivada no Nordeste com 24,5% do volume total, ficando atrás apenas da tilápia que representa 63,03% da produção em cativeiro de peixes da região (IBGE, 2016). Com um valor de produção de 26,1% para a região, sendo que o Piauí e o Maranhão correspondem com 79,8% da produção regional dessa espécie (IBGE, 2016). O tambaqui possui grande valor proteico e elevada presença de vitaminas, sais minerais e ácidos graxos insaturados.

A produção total de tambaqui na região nordeste foi de 20.659,4 toneladas, seguindo essa tendência o Piauí contribui para esse aumento de produção, saindo de 4.558,6 toneladas em 2013 para 6.095,9 toneladas em 2015 (IBGE, 2016), uma parcela significativa em produção. A cidade de Nazária-PI possui uma parcela significativa para esse aumento de produção em larga escala da espécie tambaqui, contribuindo com 672,200 kg de tambaqui (IBGE, 2016).

Na etapa de filetagem, o aproveitamento do peixe capturado é de apenas 30% de rendimento, os outros 70% da matéria-prima são resíduos (BUENO et al., 2011). Esse grande volume de material que não é utilizado pode ser utilizado como fonte de proteínas ou lipídeos. O aproveitamento desses resíduos diminui o impacto ambiental, aliado ao valor agregado que pode ser conferido ao material, até então, subutilizado ou desperdiçado (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2007).

Os resíduos gerados no processo de beneficiamento dos peixes, geralmente se tornam fontes poluidoras, comprometendo o meio ambiente (BOSCOLO & FEIDEN, 2007). Uma alternativa para tão desperdício dos resíduos visa diminuir o impacto ambiental e consequentemente aumentar a renda dos piscicultores. Já existe diversos destinos para um melhor aproveitamento dos resíduos de peixes, tais como a produção de farinha de peixe, silagem, produção de biodiesel e também de óleo de peixe (BOSCOLO; FFEIDEN, 2007; FELTES et al., 2010; MARTINS, 2012).

Os resíduos da industrialização do pescado podem ser direcionados para várias modalidades de aproveitamento: alimentos para consumo animal (rações); fertilizantes ou adubos orgânicos; produtos químicos, aproveitá-los no desenvolvimento de produtos funcionais como quitosana, cálcio de ostra, óleo rico em Ômega 3 e outros produtos de valor agregado e ainda, alimentos para consumo humano (NUNES, 2011).

Portanto, visando a importância do consumo do Tambaqui e o aproveitamento da quantidade de resíduos gerados oriundos pela atividade pesqueira em Nazária-PI, é que esta proposta teve o objetivo de extrair e avaliar as características dos óleos de descartes de filetagem de Tambaqui, que possui um grande potencial do aproveitamento desses subprodutos na produção de matéria prima para as atividades industriais na área de alimentos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar as características físico-químicas do óleo de rejeitos de filetagem de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) obtidos de feiras livres em Nazária-PI, para o aproveitamento do potencial dessa matéria prima de interesse industrial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair óleos brutos dos descartes de filetagem de *Colossoma macropomum*;
- Determinar o rendimento dos óleos de descartes de filetagem do Tambaqui;
- Determinação dos índices físico-químicos do óleo bruto: percentual de ácidos graxos livre (% AGL), índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo;
- Comparar todos os resultados dos óleos de resíduo de filetagem de Tambaqui com a legislação nacional e internacional para óleo de peixe.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 A PRODUÇÃO DE PESCADO

A produção mundial tem crescido a uma taxa média anual de 3,2% nos últimos 50 anos, superando o incremento populacional do mesmo período em 1,6%. Neste contexto, o consumo *per capita* aparente de pescado passou de 9,9 kg por ano na década de 1960 para 19,2 kg por ano em 2012. Este cenário foi propiciado por diversos fatores, como crescimento demográfico, aumento da renda e da urbanização, surgimento de canais de distribuição mais eficientes e principalmente pela significativa expansão da aquicultura (FAO, 2014b).

Nos países em desenvolvimento, o consumo *per capita* anual de pescado cresceu de 5,2 kg em 1961 para 17,8 kg em 2010, enquanto nos países de baixa renda com déficit de alimento, o aumento foi de 4,9 kg em 1961 para 10,9 kg em 2010, o que fez diminuir a diferença para os países desenvolvidos, que ainda possuem os níveis mais elevados de consumo (BRABO et al., 2016).

Dentre os países com maior potencial para a aquicultura, o Brasil tem papel de destaque, em especial por sua disponibilidade hídrica, clima favorável e ocorrência natural de espécies aquáticas que compatibilizam interesse zootécnico e mercadológico (BRASIL, 2013a). Contudo, a produção aquícola nacional ainda apresenta números incipientes se comparada a dos maiores produtores mundiais, como a China, a Índia, o Vietnã e a Indonésia (FAO, 2014b).

O Brasil possui 12 bacias hidrográficas distribuídas em distintas regiões com características climáticas particulares, sendo elas: Bacia Amazônica, Tocantins Araguaia, Paraguai, Paraná, São Francisco, Bacia Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Bacia do Uruguai e a Bacia do Parnaíba, (BRASIL, 2014).

3.2 PISCICULTURA BRASILEIRA

Uma característica importante da piscicultura brasileira é a diversidade de espécies. Com toda essa diversidade de ambientes é natural que ocorram

inúmeras espécies distribuídas, entre as quais, utilizam-se comercialmente, mais de 30 espécies, com os mais variados hábitos alimentares e ambientes de criação destacando nesse segmento o tambaqui (RIBEIRO et al., 2016).

Por aquicultura, entende-se o cultivo de organismos que possuem o desenvolvimento, parcial ou total, do seu ciclo de vida, em meio aquático. Essa atividade já é desenvolvida há milhares de anos por alguns povos, principalmente chineses e egípcios (CODEVASF, 2013). O pescado é fonte de proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados e vitaminas, bem como apresenta baixo teor de colesterol, constituindo uma opção de consumo mais saudável do que as outras carnes (GONÇALVES, 2011).

No ano de 2012, a produção mundial de pescados foi de 158 milhões de toneladas, dentre os quais, 136,2 milhões de toneladas foram utilizados para consumo humano. Desse total, 69,6 milhões (51,1%), tiveram origem na pesca e 66,6 (48,9%), tiveram origem na aquicultura (FAO, 2014). Em 2013, a produção por região se distribuiu da seguinte forma: Nordeste 140.748 t; Sul 107.448 t; Sudeste 50.297 t; Centro-oeste 105.010 t; Norte 73.009 t. Totalizando 476.512 toneladas de produção no Brasil. Deste total, 392.492 t foram produzidos pela aquicultura continental (82,36%), e 84.020 toneladas (17,63%), pela aquicultura marinha (MPA, 2015).

Dentre as espécies com potencial de cultivo, que preenchem os requisitos necessários e adequados para a piscicultura, merecem destaque as que apresentam potencial para a piscicultura intensiva. Espécies que possuem carne de excelente qualidade, facilidade de adaptação ao cultivo em tanques ou viveiros e grande utilidade na pesca esportiva são preferíveis.

3.3 PEIXES REDONDOS

Este grupo que engloba espécies dos gêneros *Colossoma* o tambaqui, e outros como o pacu, pirapitinga e híbridos, apresentaram uma surpreendente expansão no cultivo. De 97 mil toneladas estimadas em 2011, a produção saltou para 186 mil toneladas em 2014. O IBGE estimou em 167 mil toneladas a produção de peixes redondos em 2013.

Ainda no ano de 2013, a espécie que mais teve importância em relação ao cultivo no país, foi a tilápia, com 43,1% da produção nacional, seguida pelo

tambaqui e seus híbridos. Esses tiveram uma representação de 38,01%, equivalente a 149.182 toneladas produzidas (MUÑOZ et al., 2015). Tendo em vista o aumento crescente da produção de tambaqui no Piauí, e a crescente procura e consequentemente uma maior produção de resíduo, estudar as características óleo-químicas das vísceras será de grande relevância ambiental e alternativa de tecnologia empregada.

No último censo aquícola foi relatado produção nacional de pescado, incluindo pesca e aquicultura de 1,43 milhões de toneladas (BRASIL, 2011). Essa atividade pesqueira gera um PIB nacional de 5 bilhões de reais, mobilizam 800 mil profissionais e proporciona 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos (BRASIL, 2014).

Norte, Centro-oeste e Nordeste são as regiões que, respectivamente, concentram quase toda a totalidade da produção nacional dos peixes redondos, onde são cultivados principalmente em viveiros escavados e barragens (FILHO et al., 2016). Desta espécie se enquadra os peixes mais produzido como tilápia, pacu, pirapitinga e o tambaqui.

De acordo com Kubitzka, Campos, Ono & Istchuk (2012a), a piscicultura é o ramo mais desenvolvido da aquicultura brasileira, tendo como principais fatores limitantes para o seu desenvolvimento: dificuldade de regularização ambiental; elevado custo de produção; assistência técnica insuficiente; baixa qualificação dos produtores; poucas opções de linhas de crédito; baixos preços pagos ao piscicultor; dificuldade de acesso à tecnologia; limitações do mercado regional; e mortalidade de peixes por enfermidades.

Do ponto de vista nutricional, o alto valor biológico das proteínas do peixe coloca-se no patamar da carne bovina. Sabe-se, ainda, que o peixe constitui um alimento de origem animal de fácil digestibilidade, com teor satisfatório em proteínas, gorduras insaturadas, vitaminas e minerais, podendo ser indicado para pessoas de qualquer idade, principalmente crianças, adolescentes e idosos, além de pacientes convalescentes (LEDERER, 1991). Possui teor significativo de gordura, além de possuir altos teores de ômega-3, considerado bastante benéfico para a saúde humana (CREPALDI et al., 2006).

A dieta pode influenciar principalmente a deposição de gordura corporal (GRIGORAKIS, 2007). Já a composição dos ácidos graxos de peixes selvagens marinhos ou de água doce é influenciada pelo padrão de lipídeos do

seu alimento natural (LIE, 2001; GRIGORAKIS, 2007).

Os óleos de peixes são de grande interesse às indústrias alimentícias e farmacêuticas, tendo muitas pesquisas direcionadas para fabricação de suplementos alimentares e concentrados com ômega-3, ácidos graxos poli-insaturados (MOREIRA et al., 2003).

Além do seu valor nutricional, trata-se de um alimento que é de fácil digestibilidade e com baixos níveis de colesterol, as proteínas têm todos os aminoácidos essenciais e os lipídios são constituídos por um conjunto de ácidos gordos que, para além da sua importância nutricional, são também benéficos para a saúde (BANDARRA et al., 2001). No entanto, estes ácidos gordos, são altamente susceptíveis à oxidação devido ao elevado número de ligações duplas reativas (PESTANA, 2007).

3.4 TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

O Tambaqui é uma das espécies que mais desperta interesse para a piscicultura no Brasil (GRAEF, 1995). É um peixe originário da América do Sul – Bacia do Rio Amazonas pertencente à família Characidae, sendo um dos maiores da bacia amazônica chegando a atingir, aproximadamente, 90 cm de comprimento e 30 kg. O tambaqui é o segundo maior peixe de escamas do Brasil, além de ser uma das espécies de peixe mais importantes para a economia, é a espécie nativa mais cultivada na Amazônia brasileira e a mais frequente em pisciculturas de todo o país (LOPERA-BARRETO et al., 2011).

Foi coletado pela primeira vez em 1783, por Alexandre Rodrigues Ferreira, um naturalista português que realizou expedições a Amazônia. Foi levado a Paris, em 1811, durante a invasão feita por Napoleão a Portugal. George Cuvier descreveu a espécie pela primeira vez em 1818, por isso, faz-se uso de seu nome junto ao da espécie (SEBRAE, 2012; GOMES et al., 2010).

Em condições de cativeiro, o tambaqui aceita bem as rações comerciais, grãos e subprodutos agroindustriais. Uma das razões que contribuiu para o crescimento e popularização do cultivo dessa espécie é justamente essa capacidade ilimitada de aproveitar uma imensa variedade de alimentos colocados à sua disposição, incluindo sua capacidade de filtrar plâncton (SUFRAMA, 2003).

Figura 1. TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*)

No laboratório de TPOA, IFPI-CAMPUS TERESINA CENTRAL



Fonte: Acervo Pessoal.

A produção em cativeiro de peixes redondos, que incluem o tambaqui, o pacu, a pirapitinga e seus híbridos, tem crescido expressivamente no Brasil nos últimos anos, igualando-se à produção de tilápia no biênio 2013/ 2014 (IBGE, 2015). Esse aumento deve-se principalmente ao tambaqui, principal espécie nativa cultivada no país, cuja produção em 2014 chegou a 139 mil toneladas, crescimento de 57% em relação ao volume produzido em 2013 (IBGE, 2015).

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 (CNAR, 2016).

3.5 ÓLEOS DE DESCARTES DE FILETAGEM DE PESCADOS

A indústria de pescado produz quantidade significativa de resíduos, os resíduos despejados ao meio ambiente pela atividade pesqueira são índices de quantidade exorbitante. Em frigoríficos processadores de filé de tilápia são desperdiçados 62,5% a 66,5% da matéria prima, como resíduos (BOSCOLO et

al., 2004), Abreu et al. (2012), em tambaqui (*Colossoma macropomum*) filetado obtiveram 67% de resíduos são percentuais que acarreta danos incalculável ao meio ambiente.

O material visceral entra em decomposição gerando mau cheiro e o material líquido penetra no solo contaminando o lençol freático e consequentemente o próprio açude de criação. A utilização do resíduo do processamento de peixes para obtenção de novos produtos deve ser realizada de forma correta possibilitando um aumento da receita e contribuindo para preservação ambiental.

De acordo com Bressan e Peres (2001) existe variações na composição química dos peixes e sugerem média percentual da composição do pescado como: gordo (Extrato etéreo 10%), semi-magro (2,5%) e magro (0,5%). A composição pode ser influenciada pela espécie, sexo, idade, alimentação, entre outras.

Os resíduos da indústria de peixe, apresentam uma composição rica em compostos orgânicos e inorgânicos, o que gera preocupação relativa aos potenciais impactos ambientais negativos decorrentes da disposição deste material diretamente no ambiente (FELTES et al., 2010). A produção de farinhas, silagens, compostagens de peixes e óleos, são formas utilizadas para o aproveitamento desses resíduos.

3.6 LIPÍDEOS

Os lipídeos biológicos são um grupo de compostos quimicamente diversos, cuja as características em comum que os define é a insolubilidade em água. São derivados de ácidos graxos de hidrocarbonetos, com estado de oxidação quase tão baixo (ou seja, altamente reduzido) quanto os hidrocarbonetos nos combustíveis fósseis. Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas, variando de 4 a 36 carbonos, podendo ser cadeia totalmente saturada e não ramificada, e podem também apresentar cadeia contendo uma ou mais ligações duplas (NELSON; COX, 2014).

4 METODOLOGIA

Para a avaliação química do óleo do TAMBAQUI (*Colossoma macropomum*) 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 (2002), como mostra a Tabela 1, a seguir descrita:

Tabela 1 - Índices oleoquímicos para análise de óleo.

ÍNDICE	UNIDADE	MÉTODO
Índice de Acidez	mgNaOH/g	A.O.C.S. cd 1c – 85
% Ácidos Graxos livres	mg de ácido oléico/100 mg	A.O.C.S. Ca 5a-406
Índice de Peróxido	meq O ₂ /kg	A.O.C.S. Cd 8-53
Índice de iodo	g I ₂ /100g	AOCS 1b-87

Fonte: Nascimento (2015).

4.1 Obtenção da matéria-prima

A matéria prima utilizada no experimento foi o óleo bruto extraído dos resíduos do Tambaqui, *Colossoma macropomum*, incluindo vísceras, cabeças, espinhas, nadadeiras), adquirida em peixarias livres na cidade de Nazária-Piauí, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas contendo placas de gelo seco, e transportadas para o Laboratório de TPOA do Instituto Federal do Piauí, no *Campus* Teresina Central para realização dos processos de extração e armazenamento do óleo sob refrigeração a – 5 °C. A matéria prima foi triturada e homogeneizada com o auxílio de um liquidificador industrial e após este processo mecânico, as amostras pré-preparadas em triplicatas foram acondicionadas para a realização. A Tabela 2 mostra os Índices oleoquímicos para análise de óleo. O óleo bruto obtido foi armazenado em frascos âmbar devidamente fechados para evitar qualquer interferência e contaminação.

Matérias-primas

As amostras de tambaqui (*Colossoma macropomum*) foram obtidas em cultivos da zona rural e em diferentes feiras livres da zona rural. A coleta foi realizada o período de julho (lote 1º e 2º) e agosto (lote 3º e 4º) de 2017. As amostras foram transportadas em caixas térmicas com gelo seco e levados para o Laboratório de Tecnologia de Processamento de Alimentos de Origem Animal do Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal do Piauí, *Campus* Teresina Central, para extração do óleo do filé e dos resíduos. Logo após, foi realizado o pré-tratamento das amostras.

4.2 Extração de óleos dos rejeitos do Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

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

O óleo extraído de filetagem pode ser obtido por cocção e contato direto, a partir do processamento hidrotérmico da gordura em banho-maria à temperatura de 60 °C ou 65 horas, com posterior decantação e filtração. Em seguida, o óleo necessitará de acondicionamento em frascos de coloração escura, sendo armazenados sob refrigeração de no mínimo -10 °C.

Os rejeitos da filetagem do tambaqui incluíram as vísceras, cabeças, nadadeiras foram congeladas a -20 °C (lento), cortadas em cubos de 5 cm de aresta, colocadas em Becker de 600 mL. Aquecidas em banho-maria a 60-65 °C durante 1 hora e 30 minutos. Foram decantados por 24 horas, depois foram feitas a filtração para retirada de resíduos contendo fosfolipídeos, proteínas, amido e traços de metais. O óleo foi filtrado e armazenado em garrafas âmbar sob refrigeração 5 °C (CREXI, 2010).

Obtenção de filetagens de Tambaqui

Primeiramente, foram realizados pequenos cortes em blocos de 5 cm no filé de tambaqui coletados. No procedimento as cabeças, nadadeiras e caldas foram separadas. Logo após, as partes foram moídas no multiprocessador (Figuras 1 e 2).

Figura 2. Amostras de filetagens e vísceras de Tambaqui para extração do óleo bruto.



Fonte: Acervo Pessoal.

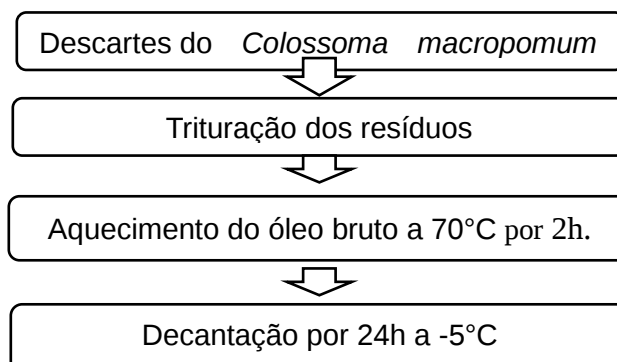
Os conteúdos foram colocados dentro de um Becker no banho-maria em 70°C por duas horas. As amostras ficaram decantadas por 24h sob refrigeração a -5°C. Após a distinção das fases líquidas, na fase oleosa é adicionado sulfato de sódio anidro com o objetivo de diminuir a umidade e turvação presente no óleo. Estas etapas estão no fluxograma 1.

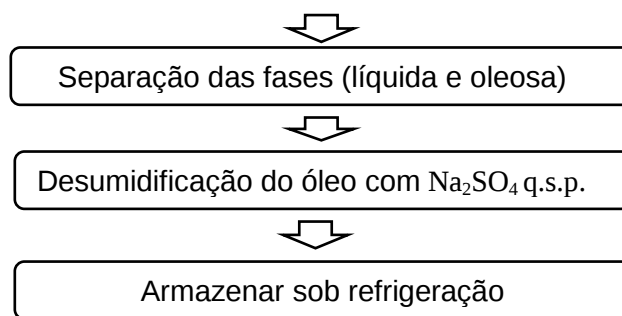
Os descartes de filetagens (cabeça, nadadeiras, calda e vísceras) foram moídos em liquidificador industrial de baixa rotação. Após trituração, a amostra foi colocada dentro de um becker em banho-maria a 70°C por 2h. Em seguida, decantada por 24 h sob 5°C.

Após a separação das fases líquida e oleosa, adicionou-se sulfato de sódio anidro (Na_2SO_4 q.s.p.) na fase oleosa para reduzir umidade e turvação presente no óleo. Estas etapas estão descritas na figura 2.

Fig. 3 - Fluxograma da extração de óleo bruto de pescado

Figura 3. Extração do óleo bruto de Tambaqui (*Colossoma macropomum*)





Fonte: Nascimento 2015

4.3 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. A seguir a figura 4 estão as amostras de alguns lotes extraído ao longo desta pesquisa.

Figura 4. Óleo obtido da extração do Tambaqui (*Colossoma macropomum*)



Fonte: Acervo Pessoal

4.4 Delimitação Experimental

Foram realizados com delineamento inteiramente casualizado, onde as amostras foram analisadas em triplicatas. Foram 39 amostras, duas sendo 04 tratamentos, 4 repetições.

4.5 Índice de Acidez (IA)

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.

4.6 Percentual de Ácidos Graxos Livres (% AGL)

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 oleico (PM = 282 g) /100 mg ou outro ácido graxo predominante na amostra (AOCS Ca 5a-406).

4.7 Índice de Peróxido (IP)

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.

4.8 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).

4.9 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 17 Statistical Software (SILVA, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta os valores do peso bruto e do peso líquido do rendimento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) referentes aos quatro lotes verificados.

Foi observada diferença significativa entre os rendimentos de óleo das vísceras dos quatro lotes avaliadas. O maior rendimento corresponde ao 2º lote (28,72%), seguido pelo 3º lote (16,43%) e o 1º lote teve o menor rendimento (4,27%) resultados mostrados na tabela 2.

Tabela 2. Rendimento do resíduo de filetagem de óleo de tambaqui (*C. macropomum*)

Resíduo de filetagem	peso bruto*	peso líquido	rendimento %
1º Lote	721,87 g	30,84 g	4,27
2º Lote	721,70 g	207,28 g	28,72
3º Lote	1.213,03 g	199,31 g	16,43
4º Lote	1.072,79 g	120,19 g	11,20

FONTE: Acervo Pessoal

*Cabeça, nadadeiras e vísceras

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).

Segundo Santos et al. (2010), o conteúdo de lipídios nas vísceras de peixe pode ser de até 45%. Pelo rendimento de 28,72% nesta pesquisa considera-se que o tambaqui é um peixe com elevada capacidade de armazenar gordura, ficando inferior a análise reportada por (SEGURA, 2012) pesquisando pacu que mostrou um peixe com alta capacidade para armazenar gordura chegando a 42,53% nesta mesma pesquisa com truta arco-íris avaliadas, a porcentagem de óleo extraída (27,58%) apresentou-se valores semelhante ao lote com maior rendimento tambaqui deste trabalho.

O maior rendimento alcançado vai depender das técnicas de congelamento da espécie, e presumivelmente também nas outras espécies. (DUMAS et al. 2007) determinaram níveis de lipídeos nas vísceras de truta arco-íris em 31,2% em base úmida. No caso das vísceras a diferença no rendimento pode ser influenciada pela quantidade de gordura armazenada nas

vísceras dos exemplares avaliados em cada experimento, que por sua vez podem sofrer influência do tipo de alimentação (natural ou artificial). Outro fator que influenciaria nos volumes de recuperação de óleo é a forma como foi realizada a extração por GUERRA E OÑA (2009).

Neste trabalho analisando o óleo dos rejeitos do tambaqui observa-se um rendimento de mais de 15,15%, um índice até considerável, comparando com peixes de água salgada onde são encontrados os maiores percentuais superando o reportado por BERY, et al (2012), onde o rendimento do óleo extraído das vísceras de peixe marinho foi de aproximadamente $9,0 \pm 1,5\%$. É importante ressaltar, dentre outros resíduos, o fígado, que compõe cerca de 80% da percentagem do rendimento de óleo obtido. Comparando com estudo de Simões et al. (2007) com Filé de Tilápia 2,60%, nosso trabalho mostrou um rendimento muito superior do que o próprio filé de tilápia.

Os percentuais encontram podemos afirmar que o óleo de Tambaqui é uma alternativa viável para extração de óleo do resíduo, já que se mostrou um bom rendimento, e a localidade de descarte destes resíduos é uma região de bastante produção de pescados, consequentemente irá gerar altos índices de resíduos e podem ser utilizados para desenvolvimento de novas tecnologias gerando novas fontes de renda.

Análises dos óleos extraídos da filetagem do resíduo de tambaqui por cocção

A Tabela 3 apresenta os valores dos parâmetros físico-químicos dos óleos brutos de vísceras dos quatro lotes de *C. tambaqui*, extraídos por aquecimento controlado, segundo CREXI (2010).

Foi verificado que o índice de acidez apresentou diferença significativa ($p \geq 0.05$) apenas para o 1º lote, com valor acima do recomendado (33,446 mgNaOH/g) pela CODEX ALIMENTARIUS (30 mg KOH/g), atribuindo-se a uma concentração elevada dos fosfolipídeos presentes nas amostras do mesmo lote (CODEX ALIMENTARIUS, 2015). Considera-se este valor ligeiramente acima do recomendado em relação aos demais lotes.

Tabela 3- Parâmetros físico-químicos do óleo bruto de filetagem (Cabeça,

nadadeiras e vísceras) Tambaqui, extraídos por cocção.

Lotes	IA(mgNaOH/g)	(%AGL)	I.P(mEq/Kg	II (gI2/100g)
1	33,446 ± 0,252a	16,810±0,125c	8,633 ±1,152e	155,472 ± 7,48g
2	3,101 ± 0,262b	1,560 ±0,132d	2,652 ±1,152f	235,130 ±1,997h
3	3,103 ± 0,003b	1,559 ±0,002d	1,989 ± 0,003f	67,703 ± 1,09i
4	5,690 ± 0,004b	2,860 ±0,002d	1,985 ± 0,004f	72,96 ± 3,40 i

Fonte: próprio autor

*Os valores expressos correspondem à média ± desvio padrão, seguidas pelas letras minúsculas diferem na coluna ($p \geq 0.05$) pelo Teste Tukey; IA= índice de Acidez; AGL = ácidos graxos livres; IP = índice de peróxidos; II = índice de iodo.

Todos os demais lotes 2,3 e 4, o índice de acidez mostraram-se próximo do valor do valor permitido pelo *Codex Alimentarius* (2015), que estabelece valores ≤ 3 mg KOH/g para óleos de vísceras, sendo que os demais lotes se mostraram com índice de acidez semelhantes para os lotes 2 e 3 e significativamente ($p < 0,05$) maior para o lote 5. Esses índices indicam que o óleo extraído apresenta algumas impurezas que contribuem para elevar a acidez.

Morais, et al (2016), analisando óleos extraídos da espécie *Hypophtalmus edentatus* encontrou índices de acidez (mgNaOH/g) 1º lote 1,05±0,22 e 0,74±0,11 no 2º lote, teores de acidez bem inferiores em relação à pesquisa deste trabalho. Os ácidos graxos presentes no óleo de peixe mapará (*Hypophtalmus edentatus*) da água doce apresentou índices completamente diferentes do óleo de Tambaqui em nossa pesquisa o, provavelmente isso decorre de vulnerabilidades de extraído do óleo. Segundo Hernandez (2011), o óleo bruto pode conter uma acidez livre de 3 a 20%, isso confirma com valores encontrado nesta pesquisa. Essa grande variação pode ser explicada porque o óleo bruto ainda não passou por um processo de filtração para retirada das partículas oriunda ainda do resíduo.

Borges et al. (2014), avaliando a qualidade de tambaqui em vários dias de estocagem até um total de 19 dias, encontrou valor de acidez de 0,0 mgNaOH/g no 1º dia, de 0,95 mgNaOH/g no 19º dia.

Para os valores encontrados de %AGL, foi observada diferenças significativas ($p \geq 0.05$) no lote 1 (16,810), e os demais lotes que mostraram

que não houve diferença dos valores entre si. Para os valores de %AGL no lote 2 (1,560 %AGL) e lote 3 (1,559 %AGL) foram encontrados nesta pesquisa foi inferior aos teores de óleo bruto de peixe marinho, e peixe refinado (4.4 ± 0.1 e 1.6 ± 0.01), respectivamente encontrados por (Nascimento, et al 2015). Demonstra-se informações da qualidade do óleo com este parâmetro.

Barreto et al (2007) obtiveram índice de AGL de 0,79 % para o óleo de tambaqui, mostrando que os índices oleoquímicos do óleo de o pescado pode varia em função da região que foi capturado.

Outros estudos realizados por pesquisadores sobre a qualidade dos óleos de peixes por Silva, et al (2016), analisando óleo extraído da espécie *Scomber japonicus* (cavalinha) encontraram Índice de acidez $5,02 \pm 0,09$ (mgNaOH/g), valor parecido com 4º lote desta pesquisa; Fuadi, I. et al (2014), para mesma espécie *Scomber japonicus* também encontram valores superiores do índice de acidez (7,95 mgNaOH/g). Araújo (2007) ao estudar a extração de óleo de peixe a frio e a quente, percebeu que a acidez foi maior no óleo extraído pelo método a quente isso comprometeu a qualidade da fração lipídica.

Para o Índice de Peróxido do óleo Tambaqui, foi verificado valor significativamente ($p < 0,05$) elevado (8,633 meq/Kg não recomendado pela legislação. Os demais lotes, semelhantes e abaixo dos valores aceitos (≤ 5 meq/Kg) pela *CODEX ALIMENTARIUS* 2015. SILVA, R. R. et al (2016), encontrou índice de peróxido de (8,74 meq O₂/kg), em resíduos da cavalinha, valor semelhante ao 1º lote deste trabalho, estando acima do limite permitido pela legislação *Codex Alimentarius* (2011), para óleos de peixe, que é ≤ 5 meq/Kg. Os demais índices de Peróxidos não mostraram diferença significativa ($p \geq 0.05$), todos com valores abaixo do que preconizado pela legislação (EFSA, 2010; *CODEX ALIMENTARIUS*; 2015).

Os índices de iodo dos óleos de tambaqui apresentaram diferenças significativas si ($p < 0,05$) entre os lotes pesquisados, apresentando valores menores que o do óleo de Curimatá, Truta Arco-íris e Pacu, pesquisados por (SEGURA, J. G 2012). Não houve diferença significativa entre o 3º e 4º (67,703; 72,96), respectivamente, ficando abaixo dos valores de iodo encontrados na literatura. Os valores mais elevados indicam um maior nível de insaturação, quantidade total de ligações duplas, (AOAC, 2005). Possivelmente estes dois

lotes os produtores disponibilizaram na ração destes peixes por algum tipo de suplementação em sua alimentação.

O elevado índice de iodo verificado nos 1 e 2 (155,472; 235, 130) atribuiu-se às elevadas insaturações do óleo de tambaqui. Já os lotes 3 e 4 podem ter relação com a dieta do peixe de cultivo, pois sua alimentação está baseada em rações artificiais, as quais nem sempre favorecem um perfil lipídico rico em ácidos graxos insaturados.

O índice de iodo varia em função do perfil lipídico dos pescados, dependendo também qual habitat destes peixes, por exemplo, em espécies marinhas como menhaden, EFSA (2010) refere-se a valores para óleos brutos entre 120 e 200.

CUNHA, et al (2009) estudando óleo de peixe encontraram o índice de iodo de 133 gI2/100g e Silva, et al (2016), encontrou 150,55 gI2/100g, semelhante ao lote 1, e considerados superiores aos valores encontrados neste trabalho em comparação para o 3º e 4º lote. gI2/100g.

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. O lote 1 encontrado nesta pesquisa está dentro do limite permitido pela legislação, com mínimo de 145 gI2/100mg e máximo de 180gI2/100mg (BRASIL 1995).

Souza et al (2007) encontrou índice de iodo de 78,58 g I2/100g Entretanto para %AGL apresentou-se acima e índice de peróxido abaixo dos valores obtidos neste trabalho, já encontraram abaixo de valor para o índice de iodo o 3º e 4º lote e valor acima do de Sousa et al, (2007) o 1º e 2º lote, que seria esperado, considerando-se que os óleos de pescado têm suas características determinada pela espécie e métodos de extração.

BERY, et al (2012) estudando a composição de óleo de vísceras de peixe marinho encontrou valores de IA $1,47 \pm 0,07$ (mgKOH/g óleo), índice inferiores ao desta pesquisa, para todos os lotes analisados. Já para II $136 \pm 1,1$ (gI2/100g óleo), valor até considerado normal para pescado de água salgada, ficando abaixo do 1º e 2º desta pesquisa valores de iodo, acima do 3º e 4º lot, ficando com valores de II 67,703 e 72,96 gI2/100/g respectivamente.

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. M.L. Menegazzo et al. (2014), estudando óleo bruto de surubim híbrido encontraram índice de iodo 82.47 ± 0.014 gI₂/100/g, índice, valores se assemelhando com o lote do 3 e 4.

Nascimento (2015), mostrou em seus experimentos que quanto mais tratamento passar o óleo, maior serão as perdas nutricionais e físico-química o índice de iodo (g I₂/100/g) 117.7 ± 0.2 para óleo bruto e índice de iodo (g I₂/100/g) 93.92 ± 0.7 para óleo hidrolisado.

6 CONCLUSÃO

Os resíduos provenientes do tambaqui apresentaram considerável capacidade de armazenamento lipídico em seus rejeitos, podendo ser utilizado para agregar valores em diversos estudos, possibilitando a sua utilização em várias áreas alimentícias (matéria prima de alto valor agregado) e para consumo humano (desenvolvimento de novos produtos).

Com relação aos estudos desta pesquisa foi constatado que apenas o 1º lote se mostrou com diferença significativa ($p \geq 0.05$), nestas análises e para todos os demais lotes pesquisados os índices não diferiram entre os lotes, estando dentro dos limites máximos permitido pela legislação.

Todas as informações obtidas através análises físico-químicas para maioria dos valores, foram constatadas características de qualidade importante que representam potencial de aproveitamento dos resíduos de filetagem de peixe, e uma boa fonte de matéria prima para inovação de produtos com valores agregados e alternativas socioambiental e econômica.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. F.; RIBEIRO, S. C. A.; ARAÚJO, E. A. F. **Processo agroindustrial: elaboração de farinha de resíduos de Tambaqui (*Colossoma macropomum*) para uso como ingrediente de rações de pescado**. Belem: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2012.

AOCS. American Oil Chemists Society. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**. Washington, 5 ed., 2002.

ARRUDA, L. F.; BORGHESI, R.; BRUM, A.; REGITANO D'ARCE, M.; OETTERER, M.; Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 749-756, 2006.

ARAUJO, 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 Analytical Communities (AOAC). **Official Methods of Analysis** of AOAC International. 18. ed. Gaithersburg/MD: AOAC International, 2005.

BARRETO, H. C. S.; MELO FILHO, A. A.; SOUZA, F. B.; SANTOS, R. C., Caracterização físico-química do óleo do peixe *Colossoma macropomum* (tambaqui) de boa vista-RR, In: Congresso Brasileiro de Química, Natal – RN. 2007.

BANDARRA, N. M.; BATISTA, I.; NUNES, M. L. O Óleo de Sardinha e a Saúde. **IPIMAR** Divulgação, n. ° 18. 2001.

BERY, C. C. S.; et al. feasibility study of oil marine fish guts (*Seriola dumerilii* (arabiana), *thunnus* spp (tuna), mackerel *scomberomorus* (mackerel) and *carcharrhinus* spp (tuna)) sold in aracaju up for the production of biodiesel. **Revista GEINTEC** – ISSN: 2237-0722. São Cristóvão/SE –Vol. 2, n. 3, p.297-306. 2012

Borges et al. Quality parameters of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and tambaqui (*Colossoma macropomum*) gutted and stored on ice for different periods. **International Food Research Journal**. V.21, N.2, p. 589-596, 2014.

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Industrialização de Tilápia. Toledo-PR: GFM Gráfica e Editora, 2ª Ed. p.172, 2007.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BONBARDELLI, A. R. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 8-13, 2004.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico de pesca e

aquicultura do Brasil ano 2011, Brasília: República Federativa do Brasil. 2013a
Brasil. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Censo aquícola nacional**, Brasília:
República Federativa do Brasil. Carvalho, L. R. H., Souza, L. A. R. 2013

BRASIL. Ministério da pesca E aquicultura.. **Boletim estatístico da pesca e
aquicultura do Brasil**. Brasília, 69 p. 2011

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária-
ANVISA. Portaria nº 19, de 15 de março de 1995. Aprova norma técnica para
Complemento nutricional. Diário Oficial da União. Acesso em: 28 de julho de
2017. Disponível em
<http://www.sindibebidaspr.com.br/legislacao/p_19_1.htm> 1995.

BRASIL. Plano nacional de recursos hídricos. **Rios e bacias do Brasil formam
uma das maiores redes fluviais do mundo**. 2014.

BRESSAN, M.C.; PERES, J.R.O. **Tecnologia de carnes e pescados**. Lavras,
UFLA, p.84-93. 2001.

BUENO, C. M. et al. Produção de gelatina de pele de tilápia e sua utilização
para obtenção de micropartículas contendo óleo de salmão. **Brazilian journal
of food technology**, v. 14, n. 01, p. 65–73. 2011.

CNAR. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no
Brasil**. ANO 2, Ed. 7. 2016.

CODEVASF. **Manual de criação de peixes em tanque-rede**. Brasília. 2013.
68 p.

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

CREPALDI, D. V. et al. A situação da Aquicultura e da pesca no Brasil e no
mundo. **Revista Brasileira de Saúde e Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.
30, n.¾, p. 81-85. 2006.

CUNHA, D. C., CREXI, V. T., & P INTO, L. A. A. “ Winteração” de óleo de
pescado via solvente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, p. 207 -213.
2009

DUMAS, A.; DE LANGE, C. F. M.; FRANCE, J.; BUREAU, D. P. Quantitative
description of body composition and rates of nutrient deposition in rainbow trout
(*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 273, p. 165–181, 2007.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of
world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges**. Roma: FAO.
2014 a.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fishery and**

aquaculture statistics . Roma: FAO yearbook. 2014b.

FELTES M. M. C. et al. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** v.14 n.6, p. 669-677, 2010

FILHO, M. X. P.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. **Dinâmica na produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil**. 7. ed. Ativos da aquicultura: CNA, 5 p. 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – **FAO**, 2014. Disponível em<<http://www.nacoesunidas.org/fao-pesca-e-aquicultura-batem-recorde-de-producao-em-2013>>. Acesso em: 13 Abr. 2016.

FUADI, I; SUSENO, S.H.; IBRAHIM, B. Characterization of Fish Oil from Mackerel (*Scomber japonicus*) Canning by Product. **Asian Journal of Agriculture and Food Science**, v.2, n. 3, 2014.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. et al. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: **a comparative study**. **Food Hydrocolloids**, v. 16, n. 1, p. 25–34, 2002.

GOMES, L.C.; Simões, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C. **Tambaqui (*Colossoma macropomum*)**. In: Baldisserotto B, Gomes LC, organizadores. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed. Santa Maria: UFSM; p. 175-204. 2014.

GONÇALVES, A. A. (Org. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu. 2011.

GRIGORAKIS, K. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: **a review**. **Aquaculture**, v.272, n.?, p.55-75. 2007.

GUERRA, J.; OÑA, M. Obtención de aceite de vísceras de pescado, caracterización de los ácidos grasos presentes y su efecto en la alimentación de pollos parrilleros y trucha arco-íris. 2009. 137 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agropecuária) – Instituto Agropecuario Superior Andino, Escuela Politécnica del Ejército – ESPE. Sangolquí (Equador). 2009.

HERNANDEZ, C. P.; **Óleo de Pescado**. Capítulo de livro: Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. Editor Alex Augusto Gonçalves. São Paulo : Editora Atheneu, 2011.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Edição. 1ª Edição Digital. São Paulo, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção pecuária municipal. V.42**. Rio de Janeiro, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção pecuária municipal. v. 43**. Rio de Janeiro, 2016.

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

LIE, O. Flesh quality - the role of nutrition. **Aquaculture Research**, v. 32 (Suppl. 1): p. 341-348, 2001.

LIMA, L. K. F. **Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013.

LOPERA-BARRERO, NM.; RIBEIRO, R.P.; POVH, J.A.; VARGAS, L.D.M, POVEDA-PARRA, A.R.; DIGMAYER, M. **As principais espécies produzidas no Brasil**. In: Lopera-Barrero NM, Digmayer M, organizadores. Produção de organismos aquáticos: uma visão geral no Brasil e no mundo. Guaíba: Agrolivros; p. 143-215, 2011.

KUBITZA, F. Larvicultura de peixes nativos. **Panorama da aquicultura**, São Paulo, v. 77, n. 77, p. 47-56. 2003.

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.

Ministério da Pesca e Aquicultura. **Plano de desenvolvimento da aquicultura brasileira**. Brasília, 61 p, 2015.

MORAIS, G. B. T. et al.; **Avaliação físico-química do óleo extraído da espécie *Hypophthalmus edentatus***. II Congresso Internacional de Gastronomia e Ciência de Alimentos 1ed.Fortaleza-CE, v. 1, p. 669-970. 2016.

MOREIRA, A. B.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.; MATSUSHITA, M. Composição de ácidos graxos e teor de lipídios em cabeças de peixes: matrinxã (*B. cephalus*), Piraputanga (*B.microlepis*) e Piracanjuba (*B. orbignyanus*), criados em diferentes ambientes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2. 2003.

MUÑOZ, A. E. P. et al. **Aquicultura: atividade em ascensão**. 1. ed. Ativos da aquicultura: CNA, 4 p. 2015.

NASCIMENTO, V. L. V.; BERMÚDEZ, V. M. S.; LIMA DE OLIVEIRA, A. L.; KLEINBERG, M. N, RIBEIRO, R. T. M., ARAUJO DE ABREU, R. F.; CARIOCA J. O. B. Characterization of a hydrolyzed oil obtained from fish waste for nutraceutical application. **Food Sci. Technol, Campinas**, v. 35, n.2, p. 321-325, 2015.

NELSON, N.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6ª ed.

Porto Alegre: Artmed, 2014.

NUNES, MARIA LUCIA. **Farinha de pescado**. Capítulo de livro: Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação. Editor Alex Augusto Gonçalves. São Paulo : Editora Atheneu, 2011.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Livraria e Editora Agropecuária. Guaíba, p.65, 2002.

PESTANA, C. M. P. **Conservação de filetes de sardinha, *Sardina pilchardus*, sujeitos a estabilização com gás solúvel (SGS), embalados em ar, vácuo e atmosfera modificada**. Dissertação de mestrado. Universidade de Lisboa. Faculdade de Farmácia. 2007.

PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Óleo de pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado**: ciência, tecnologia, inovação e legislação. São Paulo: Atheneu, 2011. 608 p.

Ribeiro, F. M.; et al.; Alimentação e nutrição de Pirapitinga (*Piaractus brachypomums*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.10, n.12, p.873-882. 2016

RIOS, H.C.S.; PEREIRA, I.R.O.; DE ABREU.E.S. Avaliação da oxidação de óleos, gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura. **Revista Ciência & Saúde**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 118-126. 2013.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. **Peixes comerciais de Manaus. Manaus: Ibama**, Pro Várzea, 2006.

SALES et al., 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.

SANTOS, F. F. P.; MALVEIRA, J. Q.; CRUZ, M. G. A.; FERNANDES, F. A. N. Production of biodiesel by ultrasound assisted esterification of *Oreochromis niloticus* oil. **Fuel**, v.89, p. 275–279, 2010.

SEBRAE. SERVIÇO DE APOIO AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – **Manual de conhecimento de tecnologias em gestão na piscicultura empresarial e cultivo de tambaqui em Roraima**, Boa Vista, 52 p. 2012.

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.

SILVA, R. R. et al. **Avaliação físico-química do óleo extraído da espécie *Hypophthalmus edentatus***. II Congresso Internacional de Gastronomia e Ciência de Alimentos 1ed.Fortaleza-CE, v. 1, p. 667-668. 2016.

SOUZA, F. B.; MELO FILHO, A. A.; BARRETO, H. C. S. Caracterização físico-química do óleo do peixe *Leporinus friderici* (aracú-cabeça-gorda) de boa vista-RR. In: **Congresso Brasileiro de Química**, Natal – RN. 2007.

T. BAKO, V.I. Umogbai and S.E. Obetta. **Extraction and Characterization of Mackery (*Scomber scombrus*) Oil for Industrial Use.** *Researcher*; V.6, N.8, P. 80-85. (ISSN: 1553-9865). 2014.