



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

ANTONIA RENATA LIMA CORRÊA

ANÁLISE QUALITATIVA DO ÓLEO DE VÍSCERAS DE TILÁPIA PARA  
INCLUSÃO EM RAÇÃO ANIMAL

FORTALEZA  
2014

ANTONIA RENATA LIMA CORRÊA

ANÁLISE QUALITATIVA DO ÓLEO DE VÍSCERA DE TILÁPIA PARA  
INCLUSÃO EM RAÇÃO ANIMAL

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Zootecnia, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de graduada em Zootecnia.

Área de concentração: nutrição animal.

**Orientador:** Prof. Dr.

Pedro Henrique Watanabe

**Co-Orientador:**

Fernando Pedro Dias

FORTALEZA  
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- C84a      Corrêa, Antonia Renata Lima.  
            Análise qualitativa do óleo de vísceras de tilápia para inclusão em ração animal / Antonia Renata Lima Corrêa. – 2014.  
            30 f. : il., color., enc. ; 30 cm.
- Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Curso de Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2014.  
            Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.  
            Coorientação: Me. Fernando Pedro Dias.
1. Óleos de peixe. 2. Tilápia (Peixe). 3. Rações. I. Título.

ANTONIA RENATA LIMA CORRÊA

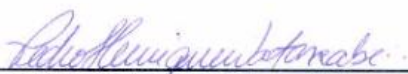
ANÁLISE QUALITATIVA DO ÓLEO DE VÍSCERA DE TILÁPIA PARA  
INCLUSÃO EM RAÇÃO ANIMAL

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Zootecnia, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de graduada em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Aprovada em: 12/11/14

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará



Prof.ª Dra. Andréa Pereira Pinto  
Universidade Federal do Ceará



Fernando Pedro Dijos  
Universidade Federal do Ceará

## DEDICATÓRIA

A minha mãe Aldeni Lima Corrêa

Ao meu pai Antônio Corrêa Costa Filho

Ao meu avô Antônio Corrêa Costa

Ao meu amor e companheiro Iago  
Cavalcante Araújo

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, força, coragem e sabedoria em lidar com os problemas e dilemas da vida, além de ser minha fonte inesgotável de companhia, amizade e amor.

Aos meus pais, Antônio e Aldeni, por todo carinho, amor e apoio que sempre dedicaram a mim, pelos anos de custeio em educação, pelas palavras de encorajamento e pelos sermões.

As minhas irmãs, Raquel e Rebeca, que sempre foram amigas e solícitas nas horas difíceis.

Ao meu namorado, Iago Cavalcante, pela disponibilidade e amparo nas horas mais difíceis, por me apoiar e ajudar nas decisões mais complexas e pelo amor e companheirismo.

Ao meu professor e Orientador, Pedro Henrique Watanabe, por aceitar e apoiar minhas ideias, pela paciência e compreensão, disponibilidade, pela oportunidade de autonomia e voto de confiança.

Ao meu Orientador técnico, Fernando Pedro Dias, pela paciência em ensinar, disposição, dedicação e acompanhamento fiel de todo o trabalho.

Ao NUTEC por ceder espaço e materiais para a realização da pesquisa.

A Universidade Federal do Ceará por toda a estrutura e suporte para meus estudos.

Ao Jackson de Queiroz Malveira, pelo apoio em disponibilizar as dependências do LarBio-NUTEC para realização do trabalho.

Ao André Siqueira, proprietário da empresa Piscis em Jaguaribara-CE, pelo material cedido e incentivo ao empreendedorismo dentro das Universidades.

A Peixaria Abreu, por ceder mão de obra e material para realização da pesquisa.

Aos meus amigos zootecnistas, Josana Camila, Ana Carolina, José Freire, Vanessa Rodrigues, Danielle Coutinho, Thamyris Medeiros, pela amizade nas horas difíceis, pelas palavras de incentivo e pelos bons momentos vividos.

Ao colega de trabalho Ronaldy Araújo, pela companhia e ajuda para realização das análises laboratoriais.

Ao Renato Manzini, por me orientar a ser uma boa zootecnista e pessoa, por ser paciente e cuidadoso, pela preocupação e dedicação em ajudar. Agradeço sobretudo pela confiança depositada em mim.

“As criaturas de fora olhavam de um porco para um homem, de um homem para um porco e de um porco para um homem outra vez; mas já era impossível distinguir quem era homem, quem era porco” (George Orwell)



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Produção de Peixes</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Resíduos da Tilapicultura</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Óleo de Peixe</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4</b>	<b>Farinha de Peixe</b> .....	<b>13</b>
<b>2.5</b>	<b>Avaliação Qualitativa dos Subprodutos do Pescado</b> .....	<b>14</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Coleta do Material</b> .....	<b>15</b>
<i>3.1.1</i>	<i>Vísceras</i> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Extração do Óleo de Viscera de Tilápia</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Análises Físico-Químicas Realizadas com O Óleo de Viscera de Tilápia</b> .....	<b>17</b>
<i>3.3.1</i>	<i>Índice de Iodo (método de wijs)</i> .....	<b>17</b>
<i>3.3.2</i>	<i>Índice de Acidez</i> .....	<b>18</b>
<i>3.3.3</i>	<i>Índice de Refração</i> .....	<b>18</b>
<i>3.3.4</i>	<i>Umidade</i> .....	<b>19</b>
<i>3.3.5</i>	<i>Índice de Saponificação</i> .....	<b>19</b>
<i>3.3.6</i>	<i>Índice de Peróxido</i> .....	<b>20</b>
<i>3.3.7</i>	<i>Estabilidade Oxidativa</i> .....	<b>21</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Rendimento</b> .....	<b>22</b>
<b>4.2</b>	<b>Tempo à Extração x Acidez</b> .....	<b>23</b>
<b>4.3</b>	<b>Análise dos Óleos Extraídos</b> .....	<b>24</b>
<i>4.3.1</i>	<i>Análises Físico-Químicas do Óleo de Vísceras Totais de Tilápia</i> .....	<b>25</b>
<i>4.3.2</i>	<i>Análises Físico-Químicas do Óleo de Vísceras de Tilápia com Exclusão da Vesícula Biliar</i> .....	<b>25</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise de Estabilidade Oxidativa</b> .....	<b>25</b>
<b>4.5</b>	<b>Comparativo do Óleo de Peixe e Óleos Usados na Alimentação Animal</b> .....	<b>27</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>31</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios do século XXI é reparar os danos causados por gerações passadas e preservar a vida no planeta. Por isso, observa-se uma preocupação crescente com o consumo de forma consciente. O aproveitamento de resíduos da agroindústria vem seguindo essa linha e, dentro de cada segmento, ampliando as possibilidades de uso de materiais que seriam descartados de forma indiscriminada na natureza. Os pescados, por exemplo, constituem um mercado em constante expansão, isso porque, a população brasileira tem demandado maior quantidade dessas fontes proteicas em consequência ao marketing positivo do consumo de proteína de origem animal que seja mais magra e contenha ômega 3 e minerais (EMBRAPA, 2013).

Nesse sentido, os peixes de água doce são apontados como uma fonte proteica de boa qualidade para a saúde humana, visto que possuem propriedades nutricionais interessantes a saúde, como os ácidos graxos da família ômega 3 (SEGURA, 2012). A tilápia, peixe tradicional da aquicultura brasileira tem origem africana, se adaptou ao Brasil, de forma que é o peixe de água doce mais criado em cativeiro. Sendo bem aceito pelos consumidores, a produção e os incentivos a aquicultura têm sido crescentes, principalmente no Nordeste, onde a região do complexo do Açude Castanhão, localizado no estado do Ceará tem protagonizado produções anuais recorde.

Consequentemente o aumento na quantidade de pescados tem resultado em crescimento em todos os segmentos da cadeia, inclusive os resíduos do beneficiamento e processamento, que por muito tempo foi negligenciado, sem a preocupação com os reflexos gerados ao meio ambiente. Nesse sentido, o mercado de pescados não se restringe apenas ao filé que é tratado, processado e chega à mesa dos brasileiros, mas existe uma série de produtos que podem ser gerados com os resíduos da agroindústria e processamento de peixes. Outrora esses resíduos foram colocados à margem do processo produtivo, desencadeando poluição e subaproveitamento econômico da aquicultura e piscicultura, muitas vezes sendo descartados nos leitos de rios, em lixões a céu aberto ou no mar, provocando, por consequência, poluição, contaminação dos lençóis freáticos e alteração na biodiversidade local.

Mesmo com os indicadores econômicos favoráveis a aquicultura no açude do Castanhão, observa-se uma problemática ambiental desfavorável a produção, em frente do comprometimento da qualidade da água. Dos produtores licenciados para criar peixes dentro do açude, muitos deles sem instruções adequadas, começaram a descartar

as vísceras e resíduos gerados pós-abate dos peixes de forma errada. Muito do material gerado era descartado as margens do açude, que a longo prazo poderia inviabilizar a produção de peixes no açude. Aproximadamente em 2007 uma empresa mudou essa realidade local, fazendo a coleta das vísceras em recinto apropriado, dando destino adequado e fazendo uso dos resíduos da pesca para extração de óleo. Após alguns processos químicos esse óleo foi qualificado como fonte lipídica para uso em dietas para animais.

Os óleos têm uma função importante em rações de animais não ruminantes, porém seu uso é limitado pelo tipo e pela quantidade que deve ser incluída na ração. A inclusão de fontes oleosas em rações tem como pontos principais: melhorar a palatabilidade, reduzir a pulverulência e perda de nutrientes, auxiliar na manutenção de equipamentos, facilitar a peletização, melhorar a conversão alimentar, visto que reduz a velocidade do trânsito intestinal, além de ser uma forma rápida de elevar o conteúdo energético.

Em função do custo do óleo de soja, a principal fonte lipídica de uso na alimentação animal, observa-se a possibilidade de uso de fontes alternativas, como o óleo de vísceras de peixe. Entretanto, devido a composição em ácidos graxos bem como os efeitos do processo de extração, faz-se necessário a avaliações qualitativas deste óleo, para a posterior aplicação do mesmo em rações.

Com o presente trabalho objetiva-se relatar os processos de reaproveitamento dos resíduos da tilapicultura, em especial o óleo de víscera de tilápias, buscando por meio de análises físico-químicas avaliar qualitativamente o uso desse alimento na dieta de animais não ruminantes. Visando também minimizar os impactos da poluição nos leitos dos rios e açudes, agregando valor aos resíduos produtivos da aquicultura.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Produção de Peixes

O cenário atual da aquicultura brasileira encontra-se favorável, e isso se deve, principalmente, ao surgimento de políticas públicas de incentivo ao consumo de peixe. Segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) (BRASIL, 2012), entre 2008 e 2010 o crescimento foi de 31,2% na produção total aquícola, resultando em um total de 479.399 t.

Analisando a economia pesqueira como uma cadeia produtiva, pode-se perceber crescimento em vários pontos que contribuíram para alavancar a produção, destacando-se as condições, a localização do Brasil que possibilita a criação de diversas espécies e as recentes políticas públicas de incentivo ao consumo e a criação, além da liberação e recuperação de áreas destinadas ao cultivo de peixes e incentivo ao comércio e consumo do pescado. Em termos socioeconômicos, a aquicultura desempenha um papel importante por beneficiar propriedades familiares, visto que é uma atividade de manejo e cuidados relativamente simples, além de ter retorno econômico rápido

A tilápia, também chamada de Tilápia-do-Nilo (*Oreochomis niloticus*), é a espécie de água doce mais cultivada no Brasil. Segundo dados do IBAMA, em 2007, o Ceará foi o estado brasileiro que mais produziu toneladas de tilápia. Investigando a história, a piscicultura do Ceará está justificada e pautada no que chamamos hoje de complexo Castanhão, que foi construído sob a cidade de Jaguaribara no Sertão cearense, sendo concluído em 2003 o represamento do rio Jaguaribe para múltiplos usos, entre eles, o fornecimento de água para Fortaleza e o Complexo Industrial e Portuário do Pecém, na região metropolitana da capital, desafogando o Açude de Orós, que, até então, abastecia todo o estado.

O açude Castanhão, oriundo do represamento, resultou na possibilidade de criação de peixes pela população. A partir disso, a região em torno do rio Jaguaribe firmou a economia local e o sustento de dezenas de famílias na criação e produção de peixes de água doce.

## **2.2. Resíduos da Tilapicultura**

Apesar de sua introdução em caráter experimental no Brasil, somente em 1971, através do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), foi implementado um programa oficial de produção de alevinos de tilápia na região Nordeste (FIGUEIREDO JÚNIOR, 2008).

De forma geral, os resíduos são partes excedentes das atividades agroindustriais, sendo classificados como componentes gasosos, líquidos ou sólidos e que, quando lançados no meio ambiente sem o devido tratamento, poderão ocasionar sérias alterações (PEREIRA, 2002). No caso da tilapicultura, o material sólido resultante do tratamento pós abate: vísceras e escamas, são facilmente descartados à beira dos rios, ou em lixões a céu aberto.

Uma das alternativas para minimizar a poluição e o desperdício é a reutilização desses materiais de descarte para a produção de outros produtos com valor comercial. Observa-se cada vez mais o interesse de empresas em tratar os resíduos da agroindústria, não apenas de pescado, para adentrar novos mercados. O óleo e a farinha de peixe são os principais subprodutos usados na indústria de rações, porém o óleo tem outros alvos de mercado como a indústria de sabões, cosméticos e tintas.

## **2.3. Óleo de Peixe**

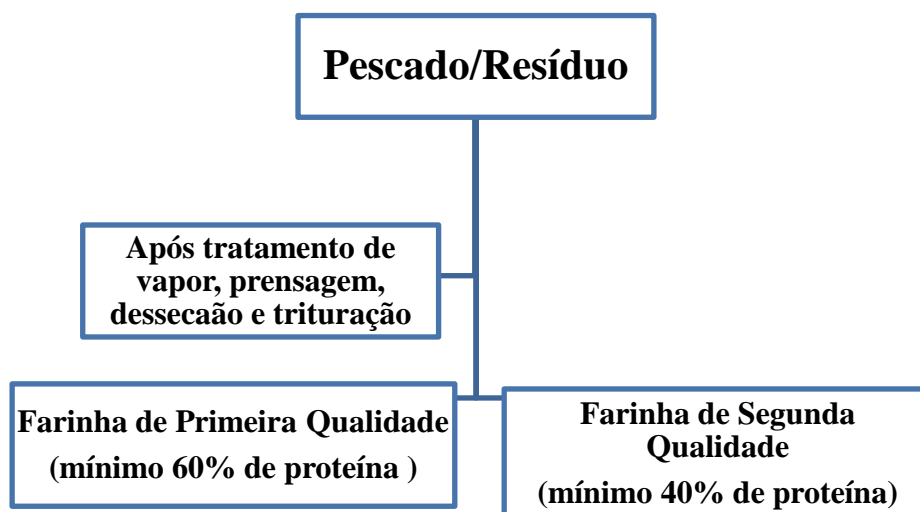
Segundo o Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), entende-se por óleo de pescado o produto líquido obtido pelo tratamento de matérias-primas pela cocção a vapor, separado por decantação ou centrifugação e filtração. Suas características devem satisfazer as condições de cor amarelo-claro ou amarelo-âmbar, tolerando-se ligeira turvação, máximo de 1% de impurezas, 10% de umidade, 3% de acidez em ácido oléico e não conter substâncias estranhas, outros óleos animais ou vegetais (BRASIL, 1952).

Bem como outras gorduras de fonte animal, o óleo de peixe é incluído como matéria prima para rações de animais, produção de cosméticos, sabões, detergentes, biodiesel, etc. A característica final do óleo pode depender muito da composição lipídica da matéria-prima utilizada no processo. Peixes produzidos em sistemas de criação intensiva, por exemplo, possuem uma deposição de gordura maior comparada com os de captura, em razão da alimentação e do peso de abate.

Resíduos de peixes abatidos com peso abaixo de 800 gramas produzem, em média, 85% de farinha e 15% de óleo, enquanto que os resíduos de peixes abatidos com peso acima de 800 gramas podem gerar um percentual de até 70% de farinha e 30% de óleo (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006).

#### 2.4. Farinha de Peixe

Define-se farinha de pescado ou de peixe (Figura 1) o subproduto obtido pela cocção de pescado ou de seus resíduos mediante o emprego de vapor, convenientemente prensado, dessecado e triturado, podendo ser classificado em dois tipos: a) farinha de primeira qualidade ou tipo comum que deve conter, no mínimo, 60% de proteína e no máximo 10%, 8%, 5% e 2% de umidade, gordura, cloretos expressos em NaCl e areia, respectivamente; b) farinha de segunda qualidade que deve apresentar, no mínimo, 40% de proteína e no máximo 10%, 10%, 10% 3% de umidade, gordura, cloretos expressos em NaCl e areia, respectivamente (BRASIL, 1952).



**Figura 1.** Organograma de produção da farinha de peixe (BELLAVÉR, 2004.)

Fonte: Autor

Uma preocupação das fábricas e produtores de alimentos para animais é, entre outros, a durabilidade e a resistência a diversas intempéries como exposição ao sol ou umidade. É entendido que o ambiente de criação dos animais de produção, como suínos e aves, estão sujeitos a variações de temperatura, umidade etc. Além de atender bons valores nutricionais, a farinha de peixe é considerada um produto com baixo risco de deterioração bacteriana devido à sua baixa atividade de água e ao tratamento térmico

realizado que permite sua estocagem sem a necessidade de refrigeração, entretanto, o armazenamento precário e a falta de higiene na planta de processamento podem comprometer a sua segurança microbiológica (EMBRAPA, 2013).

## 2.5. Avaliação Qualitativa dos subprodutos do pescado

Dias (2009) avaliou o perfil dos ácidos graxos do óleo de víscera de tilápia cultivadas em Fortaleza. A Tabela 1 traz a lista dos ácidos graxos presentes na amostra analisada por cromatografia. Observa-se que dos sete principais ácidos graxos (Maristoléico, Palmitoleico, Oleico, Linoléico, Linolênico, Araquidônico, Euríico), seis são encontrados no óleo de víscera de tilápia. Esse fato pode ser a justificativa base para inclusão desse ingrediente oleoso em rações de animais.

Além do perfil de ácidos graxos, muitos outros parâmetros de qualidade devem ser observados para posterior inclusão de subprodutos da tilapicultura na alimentação animal. O presente trabalho se propõe a analisar físico-quimicamente o óleo bruto extraído das vísceras a fim de conhecer as propriedades e dimensionar os impactos dessa inclusão na alimentação dos animais de produção.

**Tabela 1.** Padrões cromatográficos de ácidos graxos e sua impureza.

Ácido	Nº de átomos de Carbono	Pureza	Participação (%)
Caprílico	8:0	99,9	7,996
Capríco	10:0	99,8	8,011
Láurico	12:0	99,7	8,006
Mirístico	14:0	99,9	7,996
Palmítico	16:0	99,9	11,002
Palmitoléico	16:1	99,9	7,999
Estearíco	18:0	99,7	7,996
Oleico	18:1	99,9	4,998
Linoleico	18:2	99,9	5,000
Linolênico	18:3	99,9	5,005
Araquidônico	20:0	99,7	5,001
Behénico	22:0	99,8	7,996
Euríico	20:1	99,9	7,996
Lignocérico	24:0	99,6	5,001

Fonte: Adaptado de Dias (2009).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

O estágio foi realizado entre os meses de junho a novembro de 2014, a principal atividade realizada no Laboratório de Referência em Biocombustível (LarBio), da Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC) que está sediado no município de Fortaleza-CE, foi a extração do óleo contido nas vísceras de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). O procedimento extrator foi a cocção, aquecendo as vísceras até uma temperatura de 70°C e após estabilizada a temperatura, inicia-se uma movimentação mecânica de mistura e moagem. Utilizou-se a mesma espécie de peixe, da mesma região de produção, porém em datas diferentes e com conteúdo de composição de vísceras distintos. Avaliou-se tanto o rendimento de óleo por quantidade extraída em relação ao peso da porção de vísceras fresca, quanto alguns parâmetros físico-químico do material.

Tanto na primeira coleta quanto na segunda as vísceras foram mantidas em freezer até o momento da extração, visando minimizar perdas por apodrecimento. O congelamento foi feito de forma gradual, apenas deixando as vísceras expostas a temperatura ambiente.

#### **3.1. Coleta do Material**

##### *3.1.1. Vísceras*

As vísceras foram extraídas em três momentos e em dois locais distintos, sendo animais advindos da mesma região produtora de tilápia. A primeira amostra de vísceras foi coletada na sede da empresa PISCIS no município de Jaguaribara - CE, que se localiza a 282 Km de Fortaleza. Os animais foram levados dentro de tanques, em caminhões por piscicultores até a sede da empresa para serem sensibilizados, abatidos e eviscerados. Ao serem descarregados do caminhão, os animais eram colocados em recipientes com gelo para que fossem sensibilizados, sendo mantidos assim até o momento do corte longitudinal no abdômen. Posteriormente, as vísceras eram despejadas em tonéis, com auxílio de ácidos orgânicos, o óleo é decantado e vendido pela empresa PISCIS como fonte lipídica para rações de diversas categorias animais. A borra sólida que sobra da decantação é vendida como adubo orgânico para produtores da região.



Com a devida liberação, uma porção de vísceras (total de 5kg) utilizada nesse experimento foi coletada às 14h do dia 27 de junho do presente ano, sendo inicialmente fracionada em dois recipientes de PVC envoltos por gelo, dentro de uma caixa térmica, e levadas imediatamente para Fortaleza. Ao todo foram levadas para extração cinco quilogramas, dividido em duas porções e mantidas em freezer a partir das 18h30min do dia do abate até o momento de cada extração para evitar perda ou apodrecimento. O material da primeira coleta, que foi subdividido em duas frações de aproximadamente 2,5kg, e após a extração resultou nos óleos AI, AII, AIII e AIV.

A segunda coleta também foi feita a partir de vísceras de Tilápia obtidas na Peixaria Abreu em Fortaleza - CE. Os animais foram trazidos por produtores da região do Castanhão e mantidos em tanques dentro do estabelecimento até o momento do abate. A sensibilização dos peixes foi feita de forma mecânica seguida do corte longitudinal no abdômen. Diferente da primeira coleta, a vesícula biliar foi excluída da amostra para avaliação de possíveis mudanças nos parâmetros físico-químicos do óleo. Após a extração, o óleo proveniente dessa coleta foi identificado como AV.

A terceira coleta foi feita no mesmo local que a segunda, porém alguns dias depois, no dia 18 de julho do presente ano, diferindo da segunda devido ao congelamento das vísceras por 24h até o momento da extração. Após descongelamento lento, a amostra foi dividida em duas frações, resultando por isso dois óleos diferentes com identificações de acordo com a ordem, AVI e AVII.

### **3.2. Extração do Óleo de Viscera de Tilápia**

A extração do óleo das vísceras foi realizada aquecendo o material e incluindo agitação mecânica, como descrito anteriormente. Foram realizadas sete extrações, sendo três coletas, dando origem a sete exemplares de óleos, com características sensoriais, aparência e cheiro diferentes. Após o procedimento de extração, as vísceras ficam líquidas com alguns pedaços, por isso todo o líquido foi separado do conteúdo sólido com o auxílio de uma peneira convencional, sendo a fração sólida levada a estufa para secar e a fração líquida despejada em um balão volumétrico para decantar. A Figura 2a exemplifica o método o qual foi usado para extrair o óleo das vísceras, enquanto que a Figura 2b mostra o momento em que as vísceras que estavam frescas assumem um estágio quase totalmente líquido, provavelmente já tendo atingido a temperatura de 70°C.

A Figura 2c mostra o material pós aquecimento, mistura e peneiramento, estando apenas em descanso para decantar naturalmente e possibilitar o fracionamento entre “borra” e óleo.

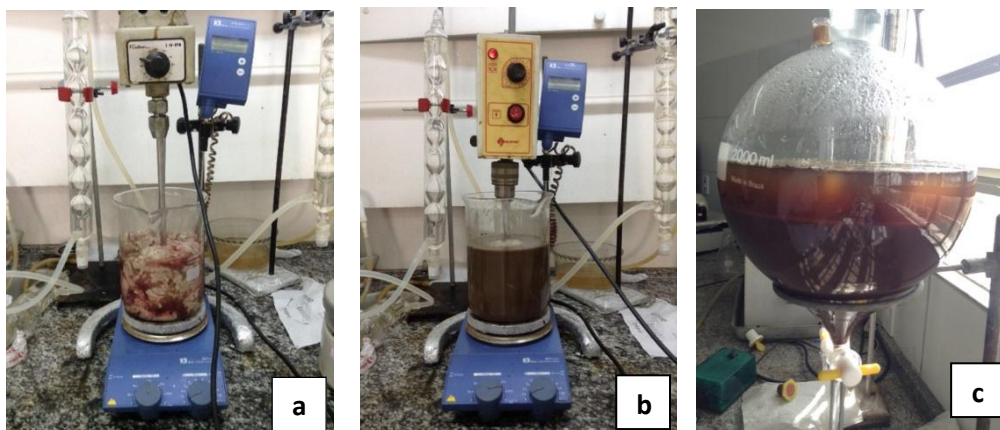


Figura 2. Vísceras frescas no início do momento de cocção (a). Vísceras após aquecimento e agitação (b). Fração líquida no balão volumétrico após 24h (c).

Fonte: Autor

### 3.3. Análises Físico-Químicas Realizadas com o Óleo de Viscera de Tilápia

As determinações feitas na análise de óleos e gorduras são geralmente chamadas índices, que são expressões de suas propriedades físico-químicas e não as porcentagens dos seus constituintes. Do total de sete amostras de óleo extraída das vísceras, apenas duas não serviram para o estudo, pois houve apodrecimento do material enquanto decantava, alterando os níveis do óleo o tornando-o inviável para análise. Foram realizadas as seguintes mensurações: índice de iodo, índice de acidez, índice de refração, índice de saponificação, umidade, índice de peróxido e estabilidade oxidativa.

São estes índices que, juntamente com as reações características, servem para identificação e avaliação da maioria dos óleos e gorduras, sendo o resultado da análise baseado neste conjunto de dados (IAL, 2005)

#### 3.3.1. Índice de Iodo (Método de Wijs)

Procedimento: fundiu-se amostra de óleo e em seguida pesaram-se 0,25 g aproximadamente em um frasco erlenmeyer de 250 mL de boca esmerilhada com tampa e adicionaram-se 10 mL de tetracloreto de carbono e em seguida, adicionaram-se 25 mL de solução de Wijs.

Agitou-se vagarosamente o frasco erlenmeyer até completa homogeneização da amostra. Deixou-se a mistura em repouso ao abrigo da luz e temperatura ambiente, por 30 minutos e em seguida adicionaram-se 10 mL de solução de iodeto de potássio 15% e 100 mL de água destilada recentemente fervida e fria. Titulou-se em seguida com solução de tiosulfato de sódio 0,1 M até o aparecimento de uma fraca coloração amarela. Adicionaram-se 1,5 mL de solução de indicadora de amido 1% e continuou-se a titulação até completo desaparecimento da cor cinza.

Preparou-se uma determinação em branco e procedeu-se da mesma forma que a amostra. Os resultados foram calculados utilizando a equação a seguir.

$$\frac{(V_b - V_a) \times M \times 12,69}{P} = \text{índice de iodo}$$

$V_b$  = Solução de Tiosulfato gasta na titulação da amostra (ml)

$V_a$  = Solução de Tiosulfato gasta na titulação do branco (ml)

M = Molaridade da solução de Tiosulfato

P = Peso (g) da amostra

### 3.3.2. Índice de Acidez

Procedimento: As amostras devem estar bem homogêneas e completamente líquidas. Pesaram-se 5 g da amostra em um frasco erlenmeyer de 250 mL. Adicionaram-se 25 mL de solução de éter:álcool etílico (2:1) previamente neutralizado. Em seguida foram adicionadas duas gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se a amostra com solução de hidróxido de potássio 0,1M até o aparecimento da coloração rósea, a qual deverá persistir por 30 segundos. Os resultados foram calculados utilizando a equação

$$\frac{V \times f \times 5,61}{P} = \text{índice de acidez}$$

V = Volume gasto de NaOH na titulação

f = Fator de correção da solução de NaOH (1)

P = Peso (g) da mostra

### 3.3.3. Índice de Refração

O índice de refração é característico para cada tipo de óleo, dentro de certos limites. Está relacionado com o grau de saturação das ligações, mas é afetado por outros fatores tais como: teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico. Quando a luz muda de meio de propagação sofre, geralmente, uma mudança na sua direção de propagação, chamando-se refração a este fenômeno. Assim, o índice de refração pode ser utilizado para determinar o grau de pureza de substâncias, sendo um método simples e rápido. As medições foram efetuadas utilizando um refratômetro modelo A.KRUSS OPTRONICS (Figura 3).

Procedimento: Colocou-se a amostra em um béquer de 100 mL, fundiu-se e em seguida a mesma foi filtrada para remover quaisquer impurezas. Com um bastão de vidro imergiu-o na amostra e preencheu-se a lamina do refratômetro. Em seguida, foi lida o valor do índice de refração ajustando as escalas de refratômetro.



**Figura 3.** Refratômetro modelo A.KRUSS OPTRONICS.

**Fonte:** Autor

### 3.3.4. Umidade

A determinação da umidade e matéria volátil é um dos parâmetros legais para a avaliação da qualidade de óleos e gorduras, sendo realizada por aquecimento direto a 105°C. Foram pesadas, em diferentes momentos, de 2 a 10g de cada amostra de óleo e colocadas em capsula de porcelana previamente limpa e tarada. Em seguida o material foi para a estufa a 150°C, sendo retirado a cada uma hora e colocado na balança, repetindo esse procedimento por três vezes seguidas.

### 3.3.5. Índice de Saponificação

Procedimentos: pesaram-se cerca de 5 gramas de amostra previamente desumidificado em um balão de fundo chato e adicionaram-se 50 mL da solução alcoólica de KOH. Prepararam-se prova em branco da mesma forma descrita para amostra com exceção de massa de 5 g. Conectaram-se os balões ao condensador de refluxo e deixou-se ferver até a completa saponificação da amostra (aproximadamente uma hora e meia). Em seguida, lavaram-se as paredes do condensador de refluxo com pouco de água destilada, recolhendo o mesmo nos balões. Adicionaram-se 1 mL do indicador fenolftaleína em cada frasco de balão de fundo chato e procedeu-se a titulação com a solução de ácido clorídrico 0,5 M até o desaparecimento da cor rósea. Os resultados foram calculados utilizando a equação a seguir.

$$\frac{28,05xfx(A - B)}{P} = \text{índice de saponificação}$$

f= Fator de correção da solução HCl 0,5M

B=Volume gasto na titulação do branco

A=Volume gasto na titulação da amostra

P= n° de g da amostra

### 3.3.6. Índice de Peróxido

Procedimentos: Pesaram-se aproximadamente 5 g da amostra em um frasco erlenmeyer de 250 mL e em seguida adicionaram-se 30 mL da solução de ácido acético:clorofórmio (3:2) e agitou-se até a dissolução completa da amostra. Misturam-se em seguida 0,5 mL da solução saturada de iodeto de potássio (KI) e deixou-se a mistura em repouso ao abrigo da luz por exatamente um minuto. Em seguida acrescentaram-se 30 mL de água destilada previamente aquecida e resfriada e titulou-se com solução de tiosulfato de sódio 0,1M com constante agitação. Continuou-se a titulação até que a coloração amarela tenha quase desaparecido. Adicionaram-se 0,5 mL de solução de amido indicadora e continuou-se a titulação até o completo desaparecimento da coloração rósea. Prepararam-se prova em branco, nas mesmas condições. Os resultados foram calculados utilizando a equação

$$\frac{(A - B) \times N \times f \times 100}{P} = \text{índice de peróxido}$$

A = nº de mL da solução de tiosulfato de sódio 0,1 (ou 0,01 N) gasto na titulação da amostra

B = nº de mL da solução de tiosulfato de sódio 0,1 (ou 0,01 N) gasto na titulação do branco

N = normalidade da solução de tiosulfato de sódio

f = fator da solução de tiosulfato de sódio.

P = nº de g da amostra

### 3.3.7. Estabilidade Oxidativa

A realização das análises de estabilidade à oxidação a 110°C foram determinadas a partir de um aparelho Metrohm 873 Biodiesel Rancimat, pré-aquecido a 110°C com variação máxima de temperatura de 0,9°C e fluxo de gás 10L/h obtendo os resultados das análises de acordo com a metodologia da especificação da EN14112.

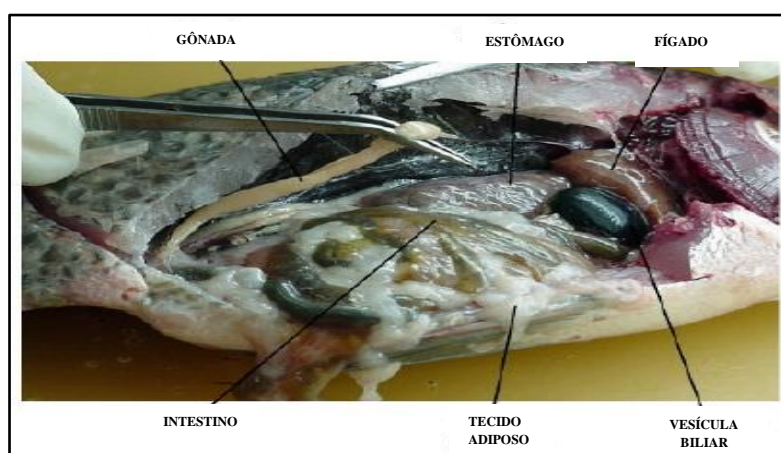
O Rancimat traça uma estimativa da estabilidade oxidativa através da passagem de um fluxo contínuo de gás através da amostra de modo a forçar a oxidação da amostra e arrastar os produtos voláteis da reação de oxidação, o mesmo ar é direcionada a outro recipiente contendo água e um eletrodo que determina a variação da condutividade da água, com a oxidação da amostra o ar transporta os produtos da degradação da amostra até a água alterando a sua condutividade que é detectada através do eletrodo. A estabilidade oxidativa é o tempo gasto até que a amostra comece a ser oxidada pelo fluxo de ar. Utilizando uma amostragem de 3,00g analisou-se diferentes tipos de óleos vegetais de acordo com a sua origem e nível de refino o que resultou na construção de gráficos que indicam o tempo de indução necessário para que o óleo entre em estado de oxidação.

## 4. RESULTADOS OBTIDOS

Após a extração do óleo ter sido feita em todas as amostras, duas delas não foram aproveitadas, pois oxidaram e ficaram com odor, aspecto e textura diferentes das demais amostras.

### 4.1. Rendimento

As três primeiras amostras analisadas (AI, AIII, AIV) foram de material com todo o conteúdo interno dos animais. Intende-se como víscera todo material interno dos peixes, englobando fígado, vesícula biliar, estômago, tecido adiposo, intestino e gônada (Figura 3). As duas últimas amostras (AV e AVI) foram extraídas de vísceras com a exclusão da vesícula biliar, para avaliar o efeito da retirada deste sobre os parâmetros físico-químicos do óleo. A tabela 1 mostra o quanto de vísceras foi usado em cada extração, com isso podemos estimar uma proporção para cada ensaio.



**Figura 3.** Foto dos órgãos internos de uma Tilápia. Fonte: BOSSOLAN

**Tabela 1** – Relação de rendimento do óleo extraído das vísceras. Fonte: Autor

Ensaio	Vísceras Fresca	Fração sólida (g)	Óleo (g)
AI	1.800 g	44,32g	393,7g
AII*	1.346 g	16,11g	220,79g
AIII	1.400 g	43,03g	364,42g
AIV	1.670 g	59,85g	329,77g
AV	558,96g	80,65g	202,14g
AVI	959,81g	143g	436,24g
AVII*	1.029 g	36,39g	-

As amostras AII e AVII não foram analisadas pois oxidaram e ficaram inviáveis.

Observando o rendimento da primeira porção de víscera, proveniente da primeira coleta, que foi coletada e permaneceu no mesmo recipiente até o momento da primeira extração, quando todo o material foi descongelado e separado, percebemos que houve diferença na quantidade produzida de óleo. Após a divisão, a porção de vísceras que deu origem a amostra AII foi mantida em temperatura de geladeira convencional até o dia seguinte onde foi submetida a extração, enquanto a porção de vísceras que gerou o óleo AI foi extraída logo após descongelamento. A esse fato pode ser atribuído redução no rendimento, visto que AI rendeu 21,87% de óleo enquanto AII rendeu 16,40%. De forma semelhante com as amostras AIII e AIV, onde AIII, que foi extraído primeiro, rendeu 26,01% e AIV, que ficou um dia armazenado em geladeira após descongelamento, rendeu 19,74% de óleo.

Outro ponto importante sobre rendimento é percebido analisando as três primeiras amostras (AI, AIII e AIV), que são óleos extraído de vísceras de composição total, em relação as duas últimas amostras (AV e AVI), que são resultantes a retirada da vesícula biliar das vísceras, pois houve uma diferença, em porcentagem, da quantidade de óleo extraída, visto que pode haver relação entre a presença ou ausência da vesícula biliar no conteúdo das vísceras, pois todos os materiais coletados receberam o mesmo tratamento. As primeiras coletas foram feitas de peixes criados no Castanhão e abatidos após sensibilização no gelo, enquanto que as últimas duas amostras analisadas (AV e AVI) foram de peixes também criados no Castanhão, porém haviam sido trazidos vivos para Fortaleza-Ce e foram abatidos após sensibilização mecânica.

#### **4.2. Tempo à extração x Acidez**

Muitos autores atribuem aumento na acidez do óleo ao tempo em que o material passa armazenado desde o abate até a evisceração. De acordo com a Tabela 2 essa mudança em função do tempo, possivelmente devido a degradação do resíduo devido aos tipos de microrganismos presente na composição (DIAS, 2009). Comparando as amostras AI, AIII e AIV, observa-se que o óleo da primeira extração teve menor acidez quando comparado com AIII com um intervalo de tempo maior, porém AIV teve o intervalo de tempo mais longo entre todas as amostras e apresentou menos acidez que AIII.

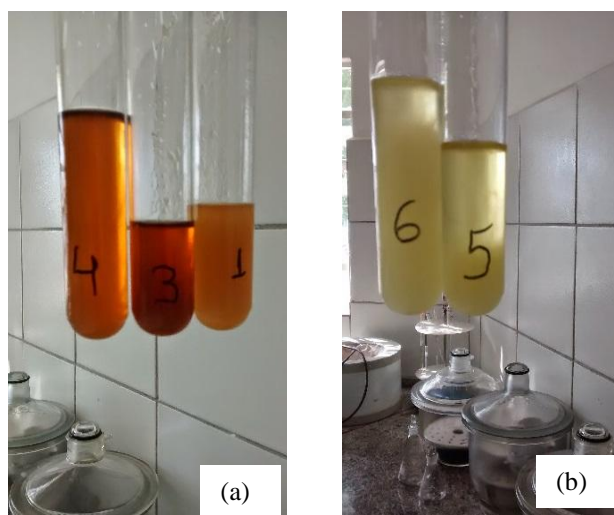


**Tabela 2.** - Relação Tempo:Acidez.

Ensaio	Tempo (h)	Índice de Acidez (% ácido oleico)
<b>AI</b>	96	17,32
<b>AIII</b>	288	19,88
<b>AIV</b>	312	19,06
<b>AV</b>	30	2,16
<b>AVI</b>	102	2,96

Fonte: Autor.

Outro fato que pode ser determinante para índice de acidez é a presença da vesícula biliar, e esta localiza-se entre os lóbulos do fígado. Das amostras com inclusão de vísceras total (AI, AIII e AIV), nenhuma possui acidez aceita pela legislação preconizada para óleos em rações, pois alimentos com acidez elevada podem ser prejudiciais à saúde dos animais monogástricos. No entanto, é discrepante a diferença no índice de acidez das amostras sem bÍlis na composição (AV e AVI). A amostra AVI levou maior intervalo de tempo e assume uma acidez mais elevada que AV, muito embora os dois índices sejam considerados aceitáveis (Compêndio de Alimentação Animal, 2013). Segundo o Regulamento Industrial de Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), o óleo de pescado deve apresentar no máximo 3% de acidez em ácido oleico. A Figura 4 mostra a diferença visual entre os óleos com inclusão de vísceras total (a) e os óleos extraídos com exclusão da vesícula biliar (b).



**Figura 4.** Óleos com inclusão total das vísceras (a). Óleos sem presença de vesícula biliar (b). Fonte: Autor.

### 4.3. Análise dos Óleos Extraídos

Foram realizadas análises para caracterizar o óleo físico-quimicamente, como índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificação, índice de iodo (wijis), instabilidade oxidativa, teor de umidade e índice de refração. Independente da composição das vísceras, do intervalo de tempo de armazenamento e da localidade de onde vieram os peixes, todas as amostras de óleo foram submetidas a estudo de forma igual.

#### 4.3.1. Análises Físico-Químicas do Óleo de Vísceras Totais de Tilápia

Os óleos analisados com conteúdo de vísceras total, ou seja com presença de bilis, apresentaram valores diferentes dos encontrados para as outras amostras. Na Tabela 3 encontram-se alguns parâmetros estudados. Os valores citados na tabela 3, quando comparados com os mesmos indicadores do óleo de soja, propostos pelo MAPA, podemos perceber que as amostras são semelhantes. Isso coloca o óleo de vísceras de tilápia em uma condição favorável, pois se assemelha bastante com o óleo de soja, que é um dos óleos vegetais mais usado na inclusão de rações. A Figura 4 mostra a coloração dos óleos AI, AIII e AIV.

**Tabela 3:** Indicadores físico-químicos das amostras com presença de vesícula biliar.

Ensaio	Índice de Peróxido (mEq/kg)	Índice de Saponificação (mg KOH/g)	Umidade (%)	Índice de Refração	Índice de Iodo(wijis)
AI	3,222	171,62	0,6	1,467	48,887
AIII	1,043	161,96	1,99	1,465	50,047
AIV	1,718	170,04	0,72	1,464	46,967
SOJA	>2,5- 5,0	180-195	0,1	1,466-1,470	124-139

Fonte: Autor

#### 4.3.2 Análises Físico-Químicas do Óleo de Vísceras de Tilápia com Exclusão da Vesícula Biliar

As amostras AV e AVI são as que foram extraídas de vísceras sem a inclusão da vesícula biliar, havendo assim diferença na coloração Figura 4. A vesícula biliar nos peixes é o compartimento onde fica armazenado a blis, que atua na digestão

emulsificando as gorduras no processo digestivo, ou seja tornando as gorduras mais fáceis para absorção.

Observa-se na tabela 4 os valores das análises físico-químicas feitas nas duas amostras e comparando novamente com o óleo de soja, pois esse é o óleo mais utilizado na alimentação animal. Os dados do óleo de algodão usados a título de comparação na tabela são especificados pelo MAPA.

**Tabela 4:** Indicadores físico-químicos das amostras com ausência de vesícula biliar.

<b>Ensaio</b>	<b>Índice de Peróxido (mEq/kg)</b>	<b>Índice de Saponificação (mg KOH/g)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Índice de Refração</b>	<b>Índice de Iodo(wijis)</b>
AV	0,695	181,30	0,20	1,467	48,909
AVI	0,255	172,75	0,24	1,465	47,131
Soja	>2,5-5,0	180-195	0,1	1,466-1,470	124-139

Bem como na tabela anterior, na tabela 4 observa-se duas das amostras analisadas no presente trabalho e comparada com o óleo de soja, que é um óleo vegetal com bons indicativos de utilização. As amostras analisadas sem presença de vesícula biliar mostraram indicadores muito mais interessantes para a saúde animal, como por exemplo baixa acidez e baixa umidade, muito embora as amostras AI, AIII e AIV tenham mostrado índices relativamente satisfatórios. A Figura 5 ilustra a análise de saponificação, que é um parâmetro de análise importante, pois O índice de saponificação (IS) é estimado a partir do peso molecular médio dos AG constituintes e definido como o número de mg de KOH requerido para saponificar um grama de gordura. Quanto maior o IS, menor é a média do comprimento da cadeia dos triglicerídeos (BELLAYER, 2004).

#### **4.4. Análise de Estabilidade Oxidativa**

Para a realização dessa análise em questão foi usado o aparelho Metrohm 873 Biodiesel Rancimat, ilustrado na Figura 5. Essa estabilidade é a resistência de uma gordura à oxidação e indica a qualidade da gordura para alimentação animal. O método mais comum para a determinação é o método de oxigênio ativo (AOM). Segundo Palmquist (2002) citado por Barbi (2003), as gorduras para serem consideradas estáveis

precisam ter 0(zero) mEq de peróxido inicial / kg de gordura e apresentar valor menor do que 20 mEq/kg de gordura em 20 horas de teste. As gorduras insaturadas são mais propensas à oxidação e os antioxidantes a previnem (BELLAYER, 2004).



Figura 5. Ilustração de equipamento Rancimat.  
Fonte: Metrohm equipments.

Na tabela 5 são apresentados os resultados obtidos na leitura do computador acoplado ao aparelho. A respeito da metodologia descrita anteriormente, o Rancimat faz com que a amostra reaja e oxide, traduzindo isso em horas. Nesse caso, quanto maior o tempo gasto para oxidar mais estável é o óleo.

**Tabela 5:** Observações de estabilidade oxidativa.

Ensaio	1ª Observação (h)	2ª Observação (h)
AI	0,09	0,1
AIII	0,32	0,39
AIV	0,09	0,08
AV	4,07	3,27
AVI	0,07	0,08

Fonte: Autor.

As observações no equipamento foram feitas em duplicata, buscando maior confiabilidade dos resultados, então analisando a média final do tempo em horas de cada amostra podemos perceber que AV foi, disparadamente, o óleo mais estável, visto que teve o período mais longo.

#### 4.5. Comparativo do Óleo de Peixe e Óleos Usados na Alimentação Animal

Na tabela 6, adaptado de BELLAYER (2004) Observa-se um comparativo dos parâmetros físico-químicos de algumas fontes lipídicas que são ou já foram incluídas

em ração animal, em especial os não ruminantes, visto que todas as fontes de origem animal estão proibidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

**Tabela 6. Adaptação de BELLAVER.**

<b>Parâmetros</b>	<b>Unid</b>	<b>Óleo de Frango</b>	<b>Óleo de peixes</b>	<b>Sebo Bovino</b>	<b>Banha suína</b>	<b>Óleo de peixe AV</b>
Umidade (Max)	%	1	1	1	1	-
Impurezas (Max) <sup>2</sup>	%	1	1	1	1	-
Insaponificação(Max) <sup>2</sup>	%	0,30	3,00	0,90	3,00	-
AG totais	%	98	96 <sup>4</sup>	98	96 <sup>4</sup>	-
Acidez (AGL) (ác. Oleico)	%	2	2,50	2	1	2,16
Índice de peróxido	mEq/10000g	5	5	5	5	0,695
Índice de Saponificação	-	190-196	189-193	190-202	190-194	181,30
Índice de Iodo	%	73-85	170-190	35-48	55-68	48,909
Título	°C	31-32	32-33	40-46	40-43	-
Ponto de Fusão	°C	27-30	28-30	39-42	39-41	-
<b>Composição dos principais ácidos graxos/ Cromatografia</b>						
<b>Saturados</b>						
Mirístico – C14	%	0,5	6,00	3,10	1,70	
Palmítico – C16	%	26,50	10,00	29,10	26,20	
Estearico – C18	%	5,50	2,00	18,90	13,5	
<b>Insaturados</b>						
Oléico – C18.1	%	43,50	24,00	44,00	42,90	
Linoléico – C18.2	%	14,50	-	0,90	9,00	
Linolênico – C18.3	%	0,80	-	-	0,30	

Fonte: BELLAVER 2004. Adaptação: Autor.

Comparando-se os resultados da tabela de BELLAVER (2004) com os índices encontrados no presente trabalho, observou-se que os valores obtidos para o óleo sem presença de bÍlis (por exemplo, AV), encontram-se próximo ao óleo de peixe. Porém, os outros óleos analisados durante o trabalho também encontravam-se dentro dos parâmetros estabelecidos pelo MAPA.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que o reaproveitamento de subprodutos da agroindústria é importante para manter o consumo consciente e minimizar perdas produtivas de materiais que possuam valor econômico. Tendo como base os resíduos da tilapicultura, o presente trabalho reafirma o espaço de mercado para o óleo e a farinha de vísceras de tilápia, ressaltando-se os diversos setores econômicos que os produtos podem ser inseridos, servindo como base produtiva para diversas indústrias.

A partir das análises realizadas, em diferentes composições, percebeu-se a viabilidade do óleo para inclusão em ração de animais não ruminantes, tendo em vista a variabilidade dos índices físico-químicos em função do tipo de extração, intervalo de tempo do abate à extração e composição de vísceras.

Concluiu-se também que há necessidade de incrementar rações com óleos de teor de ácidos graxos relevante, pois uma fonte lipídica com bons nutrientes é interessante para a nutrição animal. O óleo de víscera de tilápia se mostrou vantajoso dentro das três problemáticas, pois é produzido a partir de um resíduo que outrora poderia poluir o meio ambiente, possui perfil de ácidos graxos interessantes para alimentação de não ruminantes e pode ser amplamente utilizado, visto que o resíduo sólido da extração ainda pode servir de farinha de vísceras também em rações.

## REFERÊNCIAS

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolf Lutz**. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª Ed Brasília 2005.

FAO. Aquaculture development: Ecosystem approach to aquaculture. FAO - Technical guidelines for responsible fisheries. Rome, IT, n. 5, supl. 4, 2010.

COUTO, C., REVISTA GLOBO RURAL - O rebanho das águas- disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,ERT208533-18282,00.html>> acesso em: 20/10/2014.

BOSSOLAN, N. R. S., Atlas de Dissecção de Vertebrados: Aulas Práticas. Instituto de Física de São Carlos, Licenciatura em Ciências Exatas. Universidade de São Paulo, São Paulo 2001. 09 p.

DIAS, F. P., dissertação - Aproveitamento de vísceras de tilápia para produção de biodiesel. 2009. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza -CE

BELLAVER, C; ZANOTTO, D. L. Parâmetros de Qualidade em Gorduras e Subproduto Proteicos de Origem Animal. Santos, SP: APINCO. 2004

SEGURA, J. G., dissertação “Extração e caracterização de óleo de resíduo de peixe de água doce”,2012. Pirassunga-SP – Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos.

Kubitza, F. et al, Panorama da Aquicultura, Vol. 22 N° 33, ed Setembro/Outubro de 2012 – Panorama da Piscicultura no Brasil, particularidades regionais da piscicultura. <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/Paginas/Revistas/62/MONITORANDOPEIXES.asp>> Acesso em: 14/10/2014.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A., - Cultivo de tilápias no Brasil: origens e cenário atual. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco-AC, 2008.

Metrohm. Acesso em 19/10/14.Disponível no site: <[http://www.metrohm.cz/products/stability/873\\_rancimat.](http://www.metrohm.cz/products/stability/873_rancimat.)>

BARBI, J.H.T. e LÚCIO, C.G. 2003. Qualidade e digestibilidade de gorduras e óleos na alimentação de aves. In: XI Congreso de la AMENA y I del CLANA. Mexico. P.159-177.

BERTECHINI, A. G. - Nutrição de monogástricos. Ed UFLA. 2006

EMBRAPA - LIMA, L. K. F. et al, - Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do Pescado. Embrapa Pesca e Aquicultura Palmas, TO.2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico da pesca e aquicultura – 2010. Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1952.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. 2006 Disponível em <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/producao\\_caracterizacao.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/producao_caracterizacao.pdf)> Acesso em: 20 de outubro de 2014.