

DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE PILOTO DESTINADA A EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE VÍSCERAS DE TILÁPIA PARA POSTERIOR UTILIZAÇÃO NA CADEIA PRODUTIVA DE BIODIESEL

DEVELOPMENT OF A PILOT UNIT INTENDED FOR OIL EXTRACTION OF GUTS OF TILAPIA IN JAIL FOR FURTHER USE OF BIOFUEL PRODUCTION.

Francisco de Assis da Silva Mota¹; Francisco Francielle Pinheiro dos Santos⁴; Auceliane André da Silva Lima³; Jackson de Queiroz Malveira⁵; José Tarcisio Costa Filho²

¹Universidade Federal do Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
assismota@ufpi.edu.br

²Universidade Federal do Ceará – UFC – Fortaleza/CE – Brasil
jtcosta@ufc.br

³Núcleo Tecnológico do Ceará - NUTEC – Fortaleza/CE – Brasil
auceliane@gmail.com

⁴Universidade Federal do Piauí – UFPI – Teresina/PI – Brasil
assismota@ufpi.edu.br

⁵Núcleo Tecnológico do Ceará - NUTEC – Fortaleza/CE – Brasil
malveira@nutec.ce.gov.br

Resumo

A cadeia produtiva de biodiesel necessita de matérias-primas que possuam valor agregado, alta capacidade de produção e custo competitivo. Neste contexto, a utilização do óleo extraído das vísceras de Tilápia apresenta-se como uma ótima alternativa de matéria-prima para a produção de biodiesel, em especial no Estado do Ceará que apresenta grande capacidade de produção do pescado. No estado do Ceará a produção deste tipo de pescado é de aproximadamente 17 mil toneladas/ano podendo chegar a 218.930.000 toneladas anuais. As vísceras extraídas da Tilápia possuem o potencial de produzir 73.625 toneladas mensais de óleo, podendo chegar a uma produção de 913.000 mil toneladas. Assim, foi desenvolvido a partir dos resultados e ensaios laboratoriais o projeto de engenharia e construção de uma unidade com capacidade de produção de 25 litros por hora de óleo de vísceras de peixe. Esta unidade de extração e beneficiamento de gordura de vísceras de tilápia encontra-se em construção e passará por testes e ajustes mecânicos para então ser implantada em locais estratégicos, estimulando o ciclo de produção e comercialização do óleo. O óleo obtido apresentou 28,60% em ácido oléico, 33,19% de palmítico mostrando que este possui percentuais compatíveis com óleos já utilizados no setor produtivo de biodiesel. A caracterização dos ésteres metílicos presentes no biodiesel de tilápia, pode-se constatar a presença de ésteres oléico 36,56% e palmítico 23, 97%, comprovado assim, sua perfeita utilização na produção deste biocombustível.

Palavras-chave: Tilapia, Vísceras, Biodiesel, máquina.

Abstract

The biodiesel production chain requires raw materials that has value, high production capacity and competitive cost. In this context, the use of oil extracted from the bowels of Tilapia presents itself as a great alternative feedstock for biodiesel production, especially in the state of Ceará that has large production capacity of fish. In the state of Ceará, the production of this type of fish is approximately 17 000 tons / year, reaching 218.93 million tons. The viscera extracted from Tilapia have the potential to produce 73,625 tons per month of oil, reaching a production of 913 million tons. So, was developed from the results of laboratory testing and engineering design and construction of a facility with a production capacity of 25 liters per hour of oil fish viscera. This unity of extraction and processing of the visceral fat from the tilapia is under construction, and will undergo tests and mechanical adjustments to be deployed at strategic locations, stimulating the cycle of production and marketing of oil. The oil obtained showed 28.60% oleic acid, 33.19% of palmitic, showing that this oil has compatible percentage with oils used in the biodiesel production sector. The characterization of methyl esters present in biodiesel of tilapia, one can note the presence of 36.56% of oleic esters, and 23.97% of palmitic acids, proved so its perfect use in the production of this biofuel.

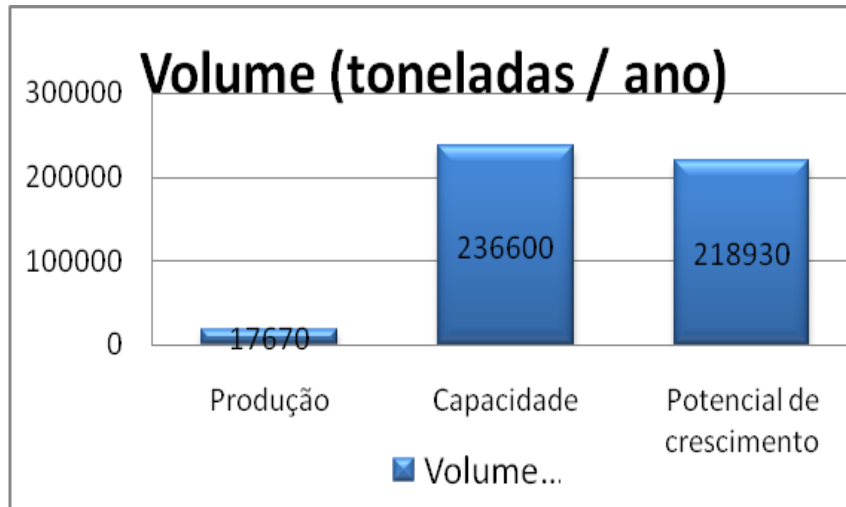
Key-words: Tilápia, Vísceras, Biodiesel, Machine.

1. INTRODUÇÃO

A busca pela diversificação da matriz energética como estratégia de crescimento econômico sustentável é uma realidade inevitável para os países que buscam a promoção de investimento no setor de biocombustíveis. Dentro deste enfoque, surge a necessidade de progressos tecnológicos promotores da utilização de matérias-primas que possuam valor agregado, alta capacidade de produção e custo competitivo. Tal que, o resíduo ou subproduto gerado na exploração de um recurso, possa vir a ser convertido em insumo de valor agregado para outra indústria. Neste sentido, o aproveitamento dos resíduos do peixe, as vísceras, para a produção de biodiesel é uma ótima alternativa para suprir o déficit de matéria prima e reduzir a poluição causada pela liberação dos resíduos nos rios e solo. Segundo GOMES (2009), na maioria dos casos, os despejos do processamento de pescado são lançados nos cursos de água adjacentes às indústrias sem um tratamento adequado, contribuindo para a poluição do meio ambiente.

O Estado do Ceará apresenta uma vasta fonte de insumo, ainda não explorado, para a produção do biocombustível renovável, as vísceras de peixe da espécie Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) que é hoje a espécie de peixe mais cultivada no Brasil, com produção anual em torno de 100.000 t/ano. Segundo a ACEAQ (Associação Cearense de aquicultura) o potencial do pescado no estado é de aproximadamente 17.670,00 toneladas por ano, podendo chegar 218.930 toneladas anuais (Figura 01).

Figura 01 – Potencial de pescado no estado do Ceará



Fonte: Autoria própria (2013)

Como a matéria visceral corresponde a cerca de 10% do peso do pescado, e deste total são gerados 50% em peso de óleo de peixe, tais valores indicam o abastecimento de 8550 t/ano de matéria-prima para diversos fins em especial fonte de insumo para produção de biodiesel. Outra questão importante será a geração de emprego e renda para pequenos piscicultores uma vez que o óleo extraído das vísceras apresenta elevado potencial ao setor de biocombustíveis.

Como, aproximadamente, 5% do material pescado (tilápia) poderão ser convertidos em óleo, estimasse uma produção mensal de 73.625 toneladas de óleo de vísceras de tilápia com potencial de produção de 913.000 mil toneladas/mês. A partir da análise destes dados numéricos, conclui-se que a produção de óleo a partir das vísceras de tilápia possui elevado potencial ao abastecimento das unidades produtoras de biodiesel.

O destino adequado das vísceras de peixe também terá um enfoque ambiental, uma vez que estes resíduos vêm sendo lançados nos mananciais, enterrados ou deixados sobre o solo. As vísceras de peixe quando jogadas nos rios e lagos formam uma camada densa na superfície que impede as trocas gasosas e a oxigenação, causando a mortandade de espécies aquíferas, além de promover a impermeabilização dos solos provocando graves danos ao meio ambiente quando estes resíduos são enterrados.

Figura 02– Processo de Evisceração do Peixe (Tilápia do Nilo)



Fonte: Autoria própria (2013)

Neste contexto, se desenvolveu uma unidade piloto para a extração do óleo de vísceras de tilápia a fim de obter parâmetros e otimização da máquina para futura implantação de unidades de extração e beneficiamento da gordura das vísceras do peixe junto às comunidades pesqueiras. Tal projeto objetiva a minimização dos problemas ambientais citados e contribuição tecnológica para que a criação de tilápia em tanques-rede continue sendo uma atividade viável não apenas no aspecto sócio-econômico, mas também ambiental. Concomitante à obtenção de gordura, ter-se-á como subproduto, a farinha de peixe, podendo esta ser utilizada como aditivo agrícola e/ou ração animal, possibilitando assim o fechamento da cadeia produtiva do peixe.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Óleo de Tilápia

O óleo de tilápia apresenta composição característica variada, conforme seleção do material visceral da bile e outros órgãos, condições ambientais de criação do pescado, qualidade e natureza da alimentação dos alevinos, tamanho, estado de maturação, dentre outros fatores (BOSCOLO, 2003).

Em sua grande maioria, os peixes de água salgada possuem uma composição relativamente complexa, com proporção de ácidos graxos com cadeia carbônica de C18, C20 e C22 mais preponderantes. Enquanto os exemplares de água doce contêm menos teores de C20 e C22 insaturado e maiores teores de ácido palmítico e C18 insaturado. No caso específico da Tilápia, animal de hábito notadamente dulcícola, costuma-se obter baixas proporções de ácidos graxos poliinsaturados n-3 e razões majoritárias equivalentes de ácidos graxos saturados, mono e diinsaturado, conforme tabela 1. Esta combinação próxima de componentes de natureza saturada e insaturada fornece ao óleo, á temperatura ambiente, o aspecto visual de heterogeneidade. A Tabela 1 apresenta a composição do óleo obtido das vísceras de tilápia.

Tabela 1 - Composição do óleo de tilápia.

ÁCIDOS GRAXOS	PERCENTUAL (%)
DODECANÓICO (C10:0)	0,11
MIRÍSTICO (C14:0)	4,74
PENTADECANÓICO (C15:0)	0,81
PALMÍTICO (C16:0)	33,19
PALMITOLÉICO (C16:1)	9,94
MARGÁRICO (C17:0)	0,56
ESTEÁRICO (C18:0)	5,60
OLÉICO (C18:1)	28,60
LINOLÉICO (C18:2)	16,30
LINOLÊNICO (C18:3)	3,10
OCTADECATETTRANÓICO (C18:4)	1,50
ARAQUÍDICO (C20:0)	1,30
CIS-11-ECOSENÓICO (C20:1)	1,60
ECOSAPENTANÓICO (C20:5)	<0,01
DOCOSAHEXANÓICO C22:6	<0,01

Fonte: Adaptado de BOSCOLO (2003) e ARRUDA (2004)

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Os procedimentos de extração e caracterização do óleo das vísceras de Tilápia do Nilo, bem como a realização dos ensaios de transesterificação do mesmo para produção do biodiesel de peixe (Biopeixe), foram realizados no Laboratório de Referência em Biocombustíveis do NUTEC – Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará. Inicialmente, almejando-se melhor qualidade e rendimento final do óleo obtido, realizou-se a seleção do material visceral de forma a eliminar todo

o conteúdo não adiposo (vesícula biliar, fígado, barbatanas, guelras e escamas), como apresentado na Figura 03.

Figura 03 – Vísceras de Peixe Seleccionadas



Fonte: Autoria própria (2013)

As caracterização do óleo foram realizados conforme as normas da A.O.C.S. (American Oil Chemical Society). Os parâmetros analisados foram índice de acidez, índice de saponificação, índice de refração, índice de iodo, índice de peróxido, massa específica, umidade e viscosidade. Já para o biodiesel avaliou-se: índice de acidez, massa específica, glicerina livre e total, estabilidade oxidativa com e sem antioxidante e umidade. As normas empregadas na análise do biocombustível foram ASTM (American Society for Testing and Materials), EN (Européen de Normalisation), NBR (Norma Brasileira).

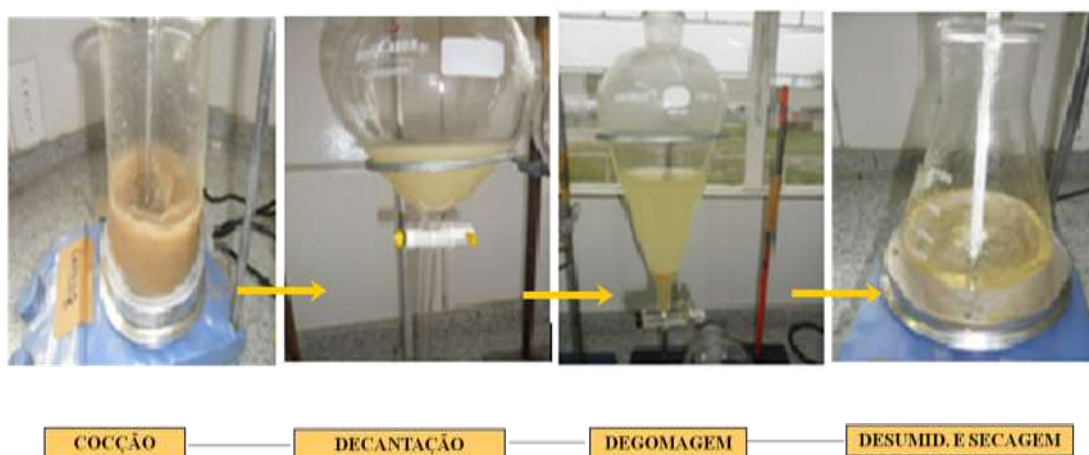
3.1 Metodologia de Extração de óleo das vísceras de Peixe

Adicionou-se cerca de 700g de vísceras de peixe em um sistema com aquecimento a 60°C sob agitação constante pelo tempo de 20 minutos. Resíduos sólidos foram recolhidos através do sistema de filtração com peneiras. O sistema foi mantido em repouso para decantação da borra, material escuro e aquoso composto majoritariamente de matéria não adiposa dos órgãos constituintes da matéria visceral.

Seguiu-se com processo de degomagem, acrescentando-se 2g de água aquecida a 60°C (equivalente a 5% em relação à massa de óleo obtida 350g), sob agitação constante por 20 minutos. O óleo foi, então, deixado em repouso para a decantação dos compostos polares em suspensão: ácidos biliares, compostos fosfóricos e partículas sólidas (DIAS, 2009). O sobrenadante recolhido foi levado à neutralização para eliminação do excesso de ácidos graxos livres e outras impurezas como proteínas, ácidos oxidados e pigmentos (MORETTO, et al., 2004). Durante esta etapa utiliza-se cerca de 5% m/m de glicerina P.A aquecida a 70°C em relação á massa de óleo, em conjunto de

massa de hidróxido de sódio necessária para a completa neutralização do óleo. O processo se dá sob agitação constante por tempo de 15 minutos, seguido de repouso por aproximadamente 30 minutos para a decantação da glicerina. Prossegue-se com a etapa de lavagem com água destilada aquecida á temperatura de 80°C (5% em relação a massa de óleo), sob agitação constante durante 10 minutos para remoção de traços de sabão, glicerina residual, hidróxido e demais contaminantes em suspensão. Por fim realiza-se a desumidificação do óleo, temperatura de 110°C sob agitação constante por 30 minutos, seguida de secagem á vácuo sobre sal sulfato de sódio anidro, como observado na Figura 4, abaixo.

Figura 4 – Etapas do processo de Obtenção do Óleo de Peixe

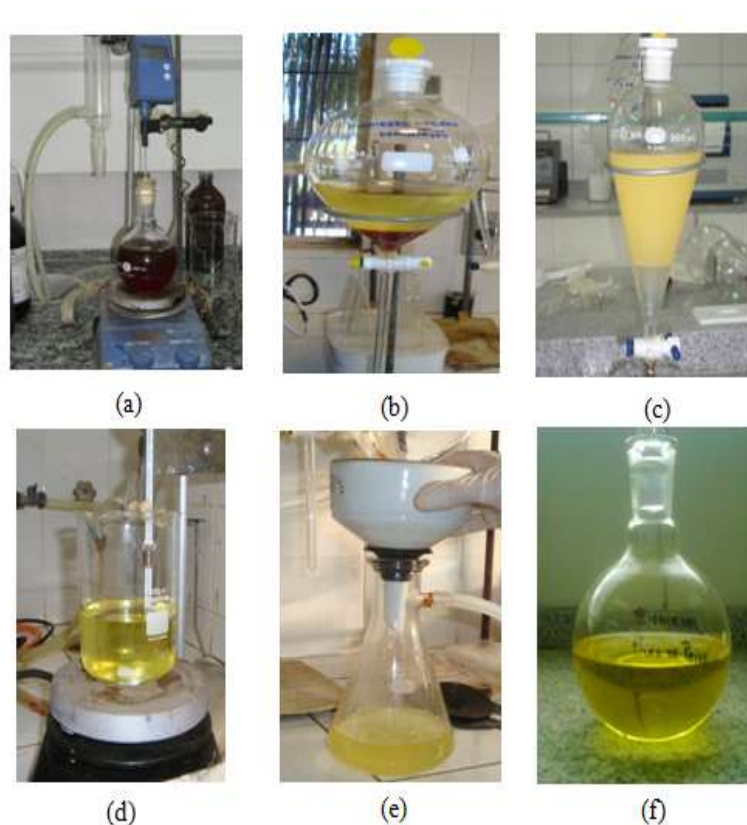


Fonte: Autoria própria (2013)

3.2 Metodologia da produção de biodiesel a partir de óleo extraído das vísceras de peixe

O processo de transesterificação do óleo das vísceras de Tilápia foi realizado via catálise alcalina convencional, com emprego de 500g de óleo, utilização de álcool metílico na razão molar de 1:6 (óleo/álcool) e adoção de 0,5% de catalisador NaOH em relação á massa de óleo. A reação foi realizada sob agitação e temperatura constantes de 60°C, por tempo de 1 hora. Após a reação, a mistura foi mantida sob repouso em balão de decantação para separação da glicerina. A fase éster superior, biodiesel, foi encaminhada à purificação via rota úmida, a qual se acresceu água destilada previamente aquecida à temperatura de 80°C, na proporção de 10% (m/v) em relação à massa da fase éster. Este etapa foi efetuada três vezes, com intervalos de 1 hora entre cada lavagem para decantação e recolhimento de água conforme Figura 5.

Figura 5: Etapas do processo de transesterificação metílica biodiesel do óleo de víscera de tilápia. (a) transesterificação; (b) decantação; (c) lavagem; (d) desumidificação; (e) secagem; (f) biodiesel final



Fonte: Autoria própria (2013)

4. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

4.1 Caracterização Físico-Química do óleo extraído das vísceras da Tilápia

Os ensaios físico-químicos realizados na análise de óleos e gorduras são geralmente denominados Índices (DIAS, 2009). Estes são propriedades físico-químicas dos compostos em análise e não a percentagem de seus constituintes, que em conjunto das reações qualitativas servem para avaliação e identificação dos seus compostos (DIAS, 2009). Os ensaios de caracterização do óleo de Tilápia foram realizados conforme metodologia A.O.C.S. (American Oil Chemical Society).

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos do Óleo de vísceras de Tilápia

PARÂMETROS	VALORES E DESVIO	UNIDADES	NORMA
ÍNDICE DE ACIDEZ	0,1455 ± 0,06	mgKOH/g	A.O.C.S
ÍNDICE DE IODO	82,61 ± 0,64	gI ₂ /g	EN 14111
ÍNDICE DE SAPONIFICAÇÃO	165,36 ± 6,00	mgKOH/g	A.O.C.S
ÍNDICE DE PERÓXIDO	13,94 ± 0,00	mg KOH/g	A.O.C.S
ÍNDICE DE REFRAÇÃO	1,468 ± 0,00	Adimensional	A.O.C.S
MASSA ESPECÍF. À 20°C	914,22 ± 0,00	Kg/m ³	ABNT NBR 14065
ESTABILIDADE OXIDATIVA	5,417 ± 0,02	Horas	EN 14112
VISCOSIDADE À 40°C	37,07 ± 0,02	mm ² /s	ABNT NBR10441
UMIDADE KARL FISHER	583,02 ± 0,52	mg/kg	ASTM D- 6304

4.2 Caracterização Físico-Química do biodiesel obtido do óleo extraído das vísceras de tilápia

As análises físico-químicas foram conduzidas segundo metodologias recomendadas pela ANP, excetuando-se o ensaio de glicerina livre e total, quanto aos teores de água, índice de acidez, viscosidade cinemática a 40 °C, massa específica a 20 °C, índice de iodo e estabilidade oxidativa a 110 °C, conforme se revela abaixo:

Tabela 03 - Caracterização Físico-Química de Biodiesel metílico de Vísceras de Tilápia.

PARÂMETROS	VALORES E DESVIOS	ANP	NORMA	UNIDADE
ÍNDICE DE ACIDEZ	0,2168 ± 0,06	0,5 (máx.)	TECBIO NLB A – 0601	mgKOH/g
ÍNDICE DE IODO	83,29 ± 1,35	Anotar	EN 14111	gI ₂ /g
GLICERINA LIVRE	0,0163 ± 0,00	0,02 (máx.)	ASTM D – 6584	%
GLICERINA TOTAL	0,3175 ± 0,00	0,25 (máx.)	ASTM D – 6584	%
MASSA ESPECÍFICA À 20°C	875,64 ± 0,01	850 - 900	ABNT NBR 14065	Kg/m ³
ESTAB. OXIDATIVA (sem antioxidante)	5,80 ± 0,25	6,0 (mín.)	EN 14112	Horas
ESTAB. OXIDATIVA (ác. gálico)	13,44 ± 0,12	6,0 (mín.)	EN 14112	Horas
VISCOSIDADE À 40°C	4,53 ± 0,00	3,0 – 6,0	ABNT NBR10441	mm ² /s
UMIDADE KARL FISHER	253,58 ± 2,75	500 (máx.)	ASTM D- 6304	mg/kg

Fonte: Aatoria própria (2013)

O biodiesel ao final das etapas de lavagem foi desumidificado à temperatura de 110°C, por tempo de 30 minutos e secado à vácuo com sulfato de sódio anidro. Somente após o cumprimento de todas essas etapas, o mesmo foi submetido à avaliação físico-química e determinação de seus parâmetros conforme Tabela 03.

Com relação ao perfil cromatográfico dos ésteres metílicos presentes no biodiesel de tilápia, pode-se constatar a presença marjoritária de ésteres oleico (C18:1) – 36,56%, palmítico (C16:0) – 23,97%, Linoleico (C18:2) – 20,79%, Palmitoleico (C16:1) – 5,42%, Esteárico (C18:0) – 3,24%, Mirístico (C14:0), Linolênico (C18:3) – 2,89%, Araquídico (C20:0) – 0,21%, Erúcido (C22:1) – 0,12%, Láurico (C12:0) – 0,08%, Behénico (C22:0) – 0,04%, Láurico (C12:0) – 0,02%, dentre outros componestes minoritários conforme cromatograma abaixo (Figura 6):

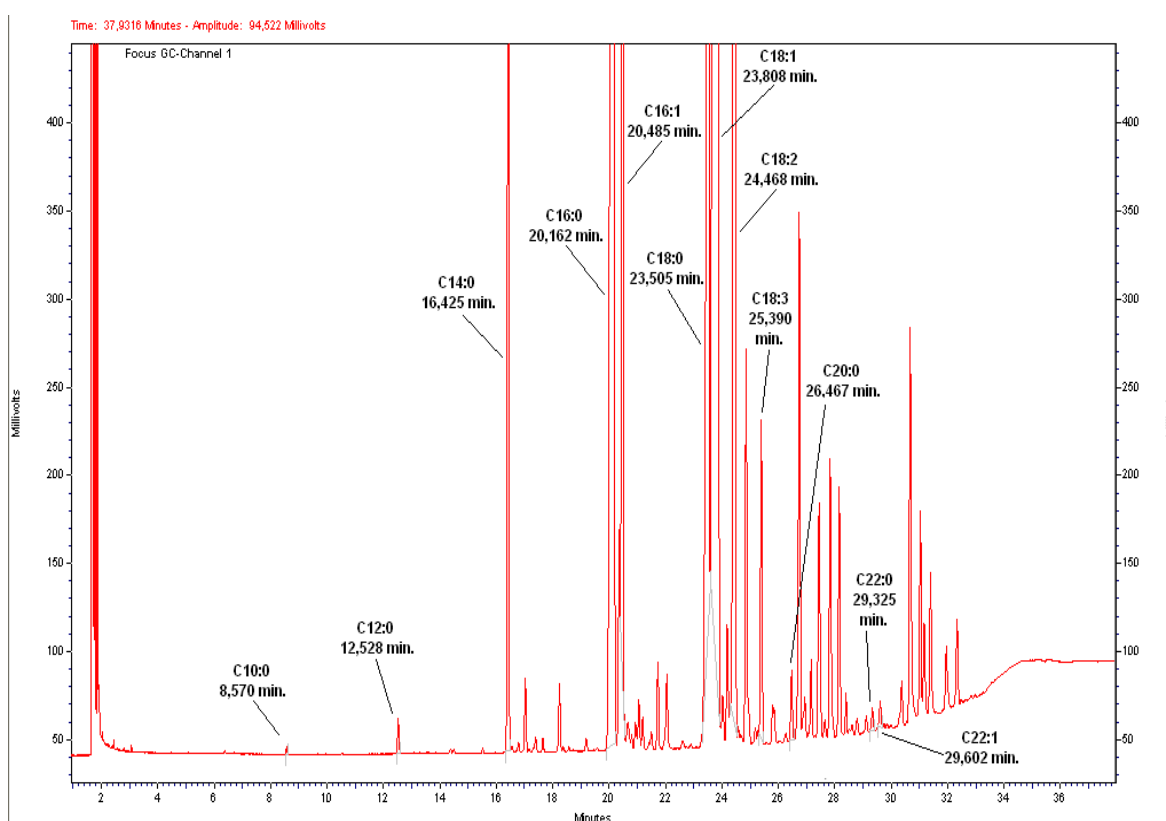


Figura 6 – Cromatograma CG/FID – Biodiesel de Visceras de Tilápia

Fonte: Autoria própria (2013)

5. DESENVOLVIMENTO DE UNIDADE DESTINADA À EXTRAÇÃO DAS VÍSCERAS

5.1. Metodologia no desenvolvimento da Unidade extratora

A planta piloto para a produção de óleo a partir de vísceras de peixe foi desenvolvida a partir da estrutura apresentada no fluxograma abaixo (Figura 7). Ensaios laboratoriais foram realizados para obtenção de parâmetros pertinentes ao desenvolvimento do projeto de engenharia (básica e detalhada) da máquina.



Figura 7 – Fluxograma esquemático das etapas necessárias a construção da unidade piloto.

Fonte: Autoria própria (2013)

5.2. Engenharia básica e detalhada do sistema

A unidade piloto será constituída de reatores com características diferenciadas. O reator R01 possuirá chicanas cortantes e alimentação manual com bocal superior em forma de cone ou via esteiras. O reator R02 possuirá sistema de aquecimento controlado por CLP e aquecimento via óleo térmico ou resistências. Os reatores possuem acopladas as tubulações visores de fluxo de forma a possibilitar a decantação de borra e decantação de água após a degomagem (R02). Devemos salientar que ambos os reatores possuem fundo em forma de cone de forma a facilitar a decantação.

O sistema de secagem será construído para realizar a desumidificação a partir do flesheamento “in situ” dentro do próprio reator. A faixa de temperatura será de 40 – 1400C. O vácuo de operação será de 20 – 80 mmHg. A distribuição de vapores será realizado por bicos aspersores de diâmetro entre – 0,2 e 0,5 mm. O reator possuirá zona destinado a expansão se vapores, mantendo uma relação de 3/1 (Altura do costado / Altura de líquido). O sistema de decantação (DC1) possuirá jogo de bandejas selecionadoras, possibilitando a remoção de resíduos sólidos oriundos da etapa de evisceração. A distribuição da carga oriunda do reator R01 será realizada com auxilio de cone distribuidor. Os vapores resultantes da secagem do óleo serão condensados em trocadores de área térmica variando de acordo com a capacidade da planta. Sistema de coalescimento será construído demisteris acoplado ao resfriamento de vapores que contenham gotículas de óleo de vísceras.

O setor de tancagem compreende tanques pulmões destinados a coleta de borra do processo (TP01) e tanque pulmão destinado ao armazenamento provisório do produto (TP02). Os equipamentos serão alocados em containeres em forma de esquides com espessuras capazes de suportar a carga dos equipamentos carregados. A descrição apresentada anteriormente é acompanhada com u auxílio do fluxograma de processo da unidade (Figura 8).

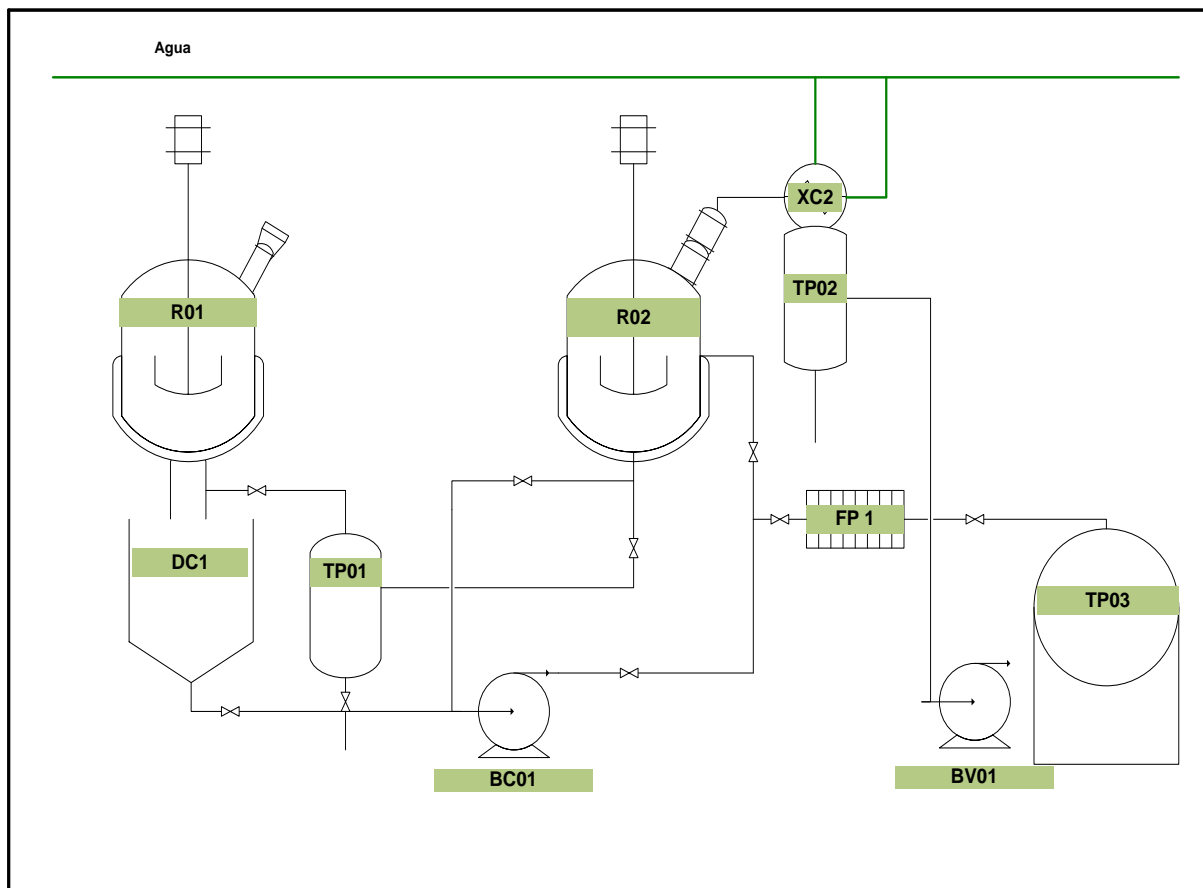


Figura 8 – Fluxograma de processo – Unidade de extração de óleo

Fonte: Autoria própria (2013)

A relação de equipamentos seus respectivos TAG'S é mostrado na Tabela 4. Todas as dimensões foram calculadas utilizando tempos de resistência obtidos no processo de pesquisa laboratorial.

Tabela 4. Listagem dos equipamentos existentes no sistema

TAG	Equipamento	Função
R01	Extrator com laminas cortantes	Extração do óleo
DC1	Decantador	Separação de resíduos sólidos
TP01	Tanque de coleta de borra	Coleta da borra extraída
TP02	Tanque de coleta de condensados	Coleta de água oriundo do processo de degomagem do óleo
TP03	Tanque de armazenamento	Tanque de armazenagem do produto final
XC01	Condensador	Condensação de vapores de água
FP	Filtro prensa	Filtragem e retenção de sólidos

Fonte: Aatoria própria (2013)

Estudos de compatibilidade de materiais da indústria química estão sendo realizados de forma a obtermos parâmetros de corrosividade e abrasividades. O sistema foi construído utilizando chapas grossas as quais seguiram padrões de engenharia e as normas construtivas. Os equipamentos e a utilização com a norma exigida e apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Normas utilizadas na construção do sistema

TAG	Material construtivo	Norma de fabricação
R01	Aço inox 304	ASME Sec. VIII Div.1
DC1	Aço carbono de qualidade estrutural	ASME (American Society of mechanical Engineer)
TP01	Aço carbono de qualidade estrutural	ASME (American Society of mechanical Engineer)
TP02	Aço carbono de qualidade estrutural	ASME (American Society of mechanical Engineer)
TP03	Aço carbono de qualidade estrutural	ASME (American Society of mechanical Engineer)
XC01	Aço inox 304	TEMA

Fonte: Aatoria própria (2013)

A utilização de aços liga carbono de qualidade estrutural torna-se necessário pelo fato do equipamento, embora seja um piloto, tratar-se de um sistema de processo. As temperaturas ao qual o mesmo poderá ser submetido podem ultrapassar valores superiores a 3000C, não trazendo, portanto riscos de segurança durante os testes de implantação. Aços inoxidáveis e utilização de material para troca térmica, no caso do condensador, são utilizados uma vez que o material a ser tratado e purificado apresenta ácidos graxos livres e, portanto, possível poder corrosivo. O fator custo beneficia foi levado em consideração uma vez que este sistema apresenta-se patenteado e será utilizado nas comunidades menos favorecidas de forma a aumentar o ganho no setor pesqueiro.

5.3. Modelagem Tridimensional do Sistema

Após a etapa de desenvolvimento de engenharia básica e detalhamento dos materiais construtivos a visualização do sistema bem como uma maior compreensão da área necessária a instalação da unidade torna-se necessário. A unidade foi modelada utilizando de software de visualização de cálculo de resistência. As imagens apresentadas com auxílio das Figuras 9 e 10 auxiliam na maior compreensão do sistema de forma mais compacta. É possível visualizar todos os equipamentos que compõem a unidade: (i) sistema de aquecimento, (ii) decantador vertical, (iii) trocador de calor, (iv) filtros.

A unidade foi modelada de forma que auxiliar a montagem e que sejam seguidos os padrões de engenharia, posicionamento de tubulações, bombas e acessórios. Todas as medidas e distâncias entre os equipamentos de forma a possibilitar a abertura de válvulas, acionamento de motores e manutenção foi considerado.

Figura 9 – Unidade de extração de óleo – Vista 3D



Fonte: Autoria própria (2013)

A visualização de uma planta baixa destinada a implantação da unidade é mostrado na Figura 9. A implantação de um sistema como este necessita de uma instalação não muito robusta. Pontos de alimentação de água, energia trifásica, local de recebimento de vísceras, armazenagem do

óleo e borra, câmara frigorífica para armazenamento de vísceras de forma a não degradação das mesmas.

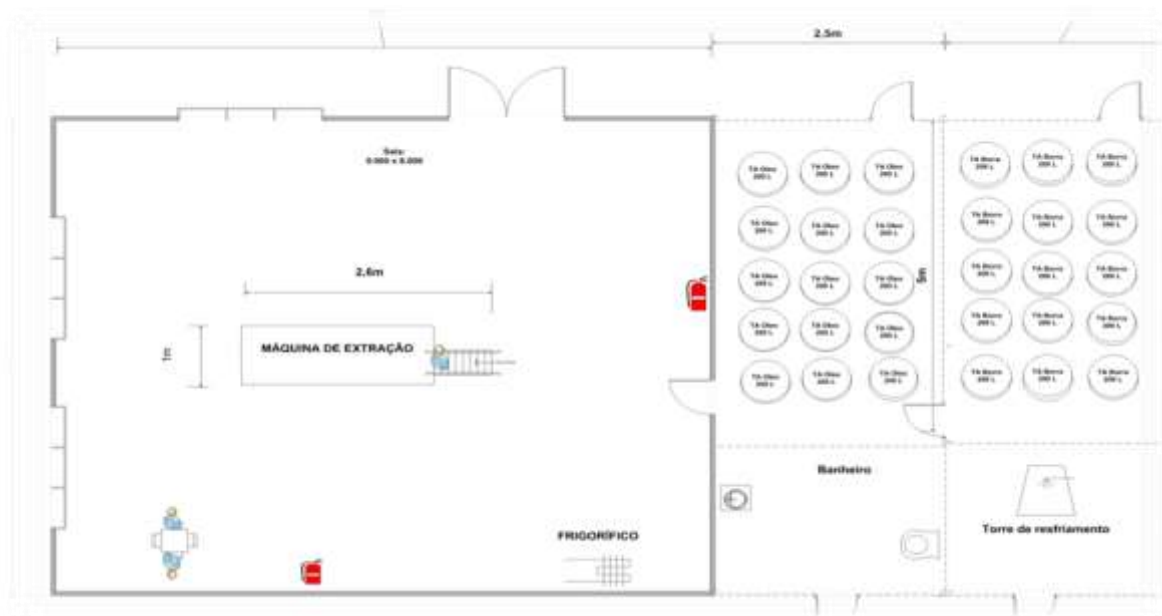


Figura 10 – Layout destinado à instalação da unidade.

Fonte: Autoria própria (2013)

As dimensões necessárias à instalação do sistema (2,0 x 1,0 m), apresentadas em metros, possibilitam observar que o sistema não necessitará de uma área tão grande para sua instalação sendo, portanto, facilmente instalado em comunidades que trabalham com o setor de aquíicultura.

5.4. Montagem da unidade e estágio de desenvolvimento

A junção de todos os equipamentos após a construção deu como resultado a máquina biopeixes (Figura 11). O sistema, como um todo, recebeu acabamentos, pintura anticorrosiva e foi modulado em uma plataforma tipo esquide. Este tipo de configuração possibilitará o transporte em bloco de todas as operações unitárias do equipamento biopeixes. Nesta figura é possível observar que o sistema já apresenta todas as bombas, válvulas e instrumentação de controle (indicadores de temperatura e pressão).

Figura 10 – Unidade Montada



Fonte: Autoria própria (2013)

A unidade, após a instalação em local adequado, será replicada e sofrerá possível aumento de escala de forma a atender demandas produtivas. Atualmente, como a capacidade de 25 L/h, este sistema é capaz de processar 1000 K/g de vísceras gerando uma produção de aproximadamente 400 K/g de óleo diários.

6. CONCLUSÃO

Considerando o atual volume e perspectivas produtivas de peixes da espécie Tilápia do Nilo no estado do Ceará, a implantação de unidades extratoras de óleo oriundo da evisceração do pescado consistiria em uma proposta estratégica de sustentabilidade sócio-ambiental ecoeficiente. As comunidades pesqueiras, produtoras de toneladas anuais de resíduos de pescado, encontrar-se-iam agregando emprego e renda familiar, além do comumente gerado com a venda do pescado, através da elaboração e venda do óleo das vísceras do peixe para indústria de biocombustíveis.

O óleo produzido a partir do beneficiamento da gordura das vísceras demonstrou ser uma excelente fonte alternativa para produção de biodiesel. O Biopeixe, biodiesel de peixe obtido, apresentou para grande maioria de suas propriedades físico-químicas avaliadas, conformidades aos padrões de qualidade regulamentados pela ANP – Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural, e Biocombustível. Tendo somente para o parâmetro de estabilidade oxidativa sem antioxidante, uma desconformidade ao padrão exigido.

Acredita-se que tal problema apresentado para estabilidade oxidativa sem antioxidante, seja justificado pela presença de ésteres de cadeia insaturada – mais suscetível á oxidação. Podendo ser facilmente sanado através do acréscimo de pequenas quantidades de antioxidantes comerciais.

Mediante o coletivo dos dados expostos e dos resultados positivos apresentados para utilização do óleo de tilápia na obtenção de biodiesel. A concepção do equipamento destinado a extração do óleo das vísceras apresenta-se de forma totalmente viável, podendo colaborar de forma positiva ao desenvolvimento social, econômico e ambiental do setor de aquíicultura e setor de biocombustíveis.

7. AGRADECIMENTOS

Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará (NUTEC), Centro de automação e Robótica (CENTAURO) e ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, L. F., **Aproveitamento do resíduo da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subproduto**. São Paulo, 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – SP. 2004.

BOSCOLO, W.R.; **Farinha de Resíduos da Indústria de Filetagem de Tilápias na alimentação de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus* L.)**. Maringá-SP, 2003, 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Maringá, 2003.

DIAS, F. P. **Aproveitamento de Vísceras de Tilápia para produção de Biodiesel**. Fortaleza, 2009. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UFC, Fortaleza-CE, 2009.

GOMES, R. M. M., **Produção de Biodiesel a partir da esterificação dos ácidos graxos obtidos por hidrólise de óleo residual de peixe.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Mestrado, Setembro, 2009.

LUTZ, Adolfo. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos/** Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 4ªed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

MORETTO, E., FETT, R., **Óleos e Gorduras vegetais- Processamento e Análise.** 2º edição revisada. Editora UFSC, 2004.

Recebido: 04/09/2013

Aprovado: 14/02/2014