



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E
BIOPROCESSOS
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOTECNOLOGIA E BIOPROCESSOS

JOÃO SOCORRO LOPES RODRIGUES

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PEIXE OBTIDA A PARTIR
DOS RESÍDUOS DE TILÁPIA UTILIZANDO SECADOR SOLAR

SUMÉ -PB

2016

JOÃO SOCORRO LOPES RODRIGUES

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PEIXE OBTIDA A PARTIR
DOS RESÍDUOS DE TILÁPIA UTILIZANDO SECADOR SOLAR**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Engenheiro de Biotecnologia e Bioprocessos.

Orientadora: Dr^a Glauciane Danusa Coelho

Orientadora: Dr^a Fabiana Pimentel Macedo de Farias

SUMÉ- PB

2016

R696p Rodrigues, João Socorro Lopes.

Produção e caracterização da farinha de peixe obtida a partir dos resíduos de tilápia utilizando secador solar. / João Socorro Lopes Rodrigues. - Sumé - PB: [s.n], 2016.

49 f.

Orientador^a: Prof^a. Dr^a. Glauciane Danusa Coelho;
Orientador^a: Prof^a. Dr^a. Fabiana Pimentel Macedo de Farias.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande;
Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de
Bacharel em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos.

1. Processamento biotecnológico. 2. Farinha de peixe -
Tilápia. 3. Secador solar. 4. Poluição ambiental. I. Título.

CDU: 60 (043.3)

JOÃO SOCORRO LOPES RODRIGUES

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PEIXE OBTIDA A PARTIR
DOS RESÍDUOS DE TILÁPIA UTILIZANDO SECADOR SOLAR

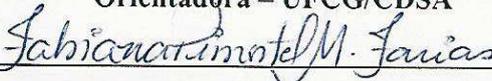
Monografia apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia de Biotecnologia e
Bioprocessos, do Centro de Desenvolvimento
Sustentável do Semiárido da Universidade
Federal de Campina Grande, em cumprimento
às exigências para obtenção do título de
Engenheiro de Biotecnologia e Bioprocessos.

BANCA EXAMINADORA:



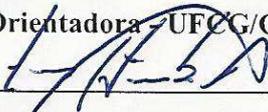
Prof.^a Dr.^a Glauciane Danusa Coelho

Orientadora – UFCG/CDSA



Prof.^a Dr.^a Fabiana Pimentel Macedo de Farias

Orientadora – UFCG/CDSA



Prof. Dr. Tony Herbert Freire de Andrade

Examinador Externo – UFCG/PPGEP



Prof.^a Msc. Ana Cristina Chacon Lisboa

Examinadora Interna – UFCG/CDSA

Aprovado em: 03 de junho de 2016

*“ Eu te dou graças, SENHOR, de todo coração:
pois ouviste as palavras da minha boca. Vou
cantar para ti diante dos anjos,
E prostrar-me diante do teu santo templo.
Celebro teu nome pela tua bondade e pela tua
fidelidade: pois tua promessa supera toda fama. ”*

Sl 138, 1-2

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus que é todo o fundamento da minha vida. Obrigada por todas as graças derramadas, por sua presença diária

A toda a minha família pela compreensão e incentivo, em especial aos meus pais Josefa Rodrigues e Augusto Rodrigues por todo ensinamento, carinho a mim transmitido todos os dias no meu período escolar, que foram essenciais para chegar até aqui. Mais principalmente pelo exemplo de fé, força e pais determinados.

Aos meus queridos irmãos Osvaldo, Nezy, Nelson, César e Anice pelo amor, carinho e apoio nos momentos que mais precisei. Não sei o que seria de mim sem vocês nessa caminhada da vida mesmo à distância.

Aos meus queridos amigos do “4 mosqueteiros”, Sendy, Daniel e William, pelo apoio, irmandade, e por fazer com que me sentia em casa, numa amizade acolhedora.

Aos meus amigos e colegas de curso que tornaram essa experiência ainda mais especial, Lorrany, Laedson, Fagner, Anderson, Renato, Izabela, Thalita, Débora, Eryka, Rosy, Ozires, Joanny e Edgleiga pelo apoio, amizade de continuar nessa caminhada.

A minha professora, orientadora Dr.^a Glauciane Coelho, meu agradecimento especial não só por fazer parte dessa etapa final, mas por iniciar toda a base de conhecimento que tenho sobre a microbiologia, e por ter despertado em mim o interesse nessa área, com toda a sua capacidade e amor naquilo que faz. Obrigado por toda a sua atenção, cuidado e carinho, e em especial pela sua amizade.

A professora Dr.^a Fabiana Pimentel por todos os auxílios nas orientações nesse trabalho e que me passou muitos ensinamentos.

A todos docentes do curso, especialmente Jean Queiroz, Ranoél Gonçalves, Aldre Barros, Franklin Nobrega, que contribuíram para a minha formação acadêmica.

A associação dos pescadores e as mulheres da MPAC pelo acolhimento e hospitalidade e pela valorosa contribuição para a realização desse trabalho.

Ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) / Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), pela oportunidade para a realização do curso.

A cidade de Sumé. Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para que este trabalho se realizasse da melhor maneira possível. A minha gratidão e carinho a todos!

RESUMO

O hábito não ecológico dos pescadores de jogar os resíduos de peixe nas proximidades do açude vem causando mau cheiro e acúmulo da presença de insetos, agravando o problema ambiental. Esse trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar a farinha de peixe a partir dos resíduos gerados no processo de filetagem da tilápia usando secador solar. Para a realização do trabalho os peixes foram obtidos da Associação de Pescadores do Açude de Cordeiro (ASPAC) e o beneficiamento foi realizado na sede do grupo de Mulheres pescadoras da Associação do Açude de Cordeiro (MPAC) localizada no município do Congo /PB. Após o beneficiamento, a tilápia apresentou um rendimento de 33 % para a produção de filé e um valor de aproximadamente de 67 % dos resíduos sólidos (escamas, pele; vísceras e carcaças). Para produção da farinha, utilizou-se 532,75 g da carcaça (290,67 g para F₁ e 242,08 g para F₂), sendo que o processo foi realizado em duplicata tendo sido obtidas as farinhas 1 (F₁) e 2 (F₂), apresentando rendimento aproximado de 62 %. Após a elaboração, a farinha foi acondicionada em potes de vidro e armazenada em geladeira. A caracterização da farinha foi realizada para verificar a qualidade e o valor nutricional, para isso foi determinado os percentuais de proteínas, ácidos graxos e umidade. As Farinhas (F₁ e F₂) apresentaram os valores médios de 43,05 % de proteínas; 8,74 % de umidade; 3,1 % de ácidos graxos, respectivamente. As análises microbiológicas realizadas foram de *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*. A farinha apresentou características nutricionais para a formulação de base da ração animal.

Palavra-chave: Sustentabilidade. Reaproveitamento. Nutrição animal. Qualidade.

ABSTRACT

The non-ecological habit of fishermen places the fish near of weir is causing bad smell and accumulation of the presence of insects, increasing the environmental problem. This study aimed to produce and characterize fishmeal from waste generated in the process of filleting tilapia using solar dryer. To carry out the work the fish were obtained from the Association of Lamb weir fishermen (ASPAC) and the processing was carried out at the headquarters of the group of fisherwomen Women of the Lamb Weir Association (MPAC) located in the municipality of Congo / PB. After processing, tilapia showed a 33 % yield for fillet production and a value of approximately 67 % of solid waste (scales, skin, viscera and carcasses). For production of flour, 532,75 g was used housing (290.67 g for F₁ and 242.08 g for F₂), and the process was performed in duplicate and was obtained flour 1 (F₁) and 2 (F₁), with approximately 62 % yield. After preparation, the flour was packaged in glass jars and stored in a refrigerator. The characterization of the flour was performed to verify the quality and nutritional value, for it has been determined percentages of protein, fatty acids and moisture. The Flour (F₁ and F₂) were the mean values of 43, 05 % protein; 8.74 % moisture; 3.1 % fatty acids, respectively. Microbiological analyzes were done *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonitte* and *Escherichia coli*. The flour showed nutrition characteristics for the basic formulation of pet food.

Keyword: Sustainability. Reutilization. Animal nutrition. Quality.

LISTA DE FIGURA

Figura 1- Tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i>	19
Figura 2 - Curvas típicas de um processo de secagem.	26
Figura 3 - Localização do Açude Cordeiro em relação à cidade de Congo-PB.	28
Figura 4 - Fluxograma do processo de obtenção da farinha de resíduos de tilápia proveniente da filetagem.	29
Figura 5 - Resíduos de tilápia previamente tratada.	30
Figura 6 - Secador solar no lado anterior (A), posterior (B) e da lateral esquerda (C).	31
Figura 7 - Balança determinadora de Umidade modelo MOC63u.	32
Figura 8 - Curva padrão para proteínas construída com a solução reagente Biureto e soro albumina bovina diluída em salina (0,9 %).	34
Figura 9 - Quantidade dos resíduos sólidos e rendimento de filé no processo de filetagem da tilápia.	36
Figura 10 - Armazenamento da farinha após termino das etapas da produção.	39
Figura 11 - Imagem das placas com as amostras das farinhas F ₁ (A), F ₂ (B) e da carcaça de tilápia.	41

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Composição físico-química da farinha de tilápia (<i>Oreochromis niloticus</i>) elaborada artesanalmente	22
Tabela 2 - Resultados das análises do complemento nutricional de peixe obtidos no período inverno e verão	23
Tabela 3 - Estimativa de rendimento de filé e resíduo descartados no meio ambiente ao longo: do dia, semana, mês e ano.	37
Tabela 4 - Características nutricional da farinha de peixe.....	40
Tabela 5 - Análise Microbiológica da farinha	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnica
AGT	Ácidos graxos totais
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASPAC	Associação de Pescadores do Açude de Cordeiro
C	Celsius
CDSA	Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária
g	Grama
NBR 10004	Norma Brasileira
Nm	Nanômetro
m	Massa da camada de ácidos graxos
M	Massa da parafina
mL	Mililitro
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
MPAC	Mulheres Pescadoras da Associação do Açude de Cordeiro
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFC	Unidade de formação de colônias
OMS	Organização Mundial da Saúde

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Quantidade da amostra
% U	Percentagem da umidade
% AGT	Percentagem de ácidos graxos
%	Percentagem
°	Graus
F ₁	Farinha 1
F ₂	Farinha 2
M _i	Massa inicial da carcaça
M _f	Massa final da carcaça

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 PISCICULTURA NACIONAL.....	17
3.2 TILÁPIA.....	18
3.3 RESÍDUOS E IMPACTOS NO AMBIENTE	19
3.4 FORMAS DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA TILÁPIA.....	20
3.4.1 Farinha	21
3.5 SECAGEM.....	24
3.5.1 Secagem solar	25
3.5.2 Curvas de secagem	26
3.6 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA.....	27
4 METODOLOGIA	28
4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO	28
4.2 BENEFICIAMENTO DA MATÉRIA PRIMA	28
4.2.1 Quantificação dos resíduos no processo de filetagem	28
4.3 PROCESSO DA PRODUÇÃO DE FARINHA	29
4.3.1 Processo de lavagem e tratamento dos resíduos	30
4.3.2 Processo de secagem	30
4.3.3 O secador solar de caixa	30
4.3.4 Determinação de teor de umidade	31
4.3.5 Processo de trituração e peneiração	32
4.4 CARATERIZAÇÃO DA FARINHA	32
4.4.1 Determinação de Umidade	32
4.4.2 Determinação de Ácido Graxos	32
4.4.3 Determinação de proteínas	33
4.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	34
4.5.1 Determinação de coliformes	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA FILETAGEM	36

5.2 PRODUÇÃO DA FARINHA DA CARÇA DE PEIXE.....	37
5.3 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA	39
5.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	41
6 CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura a atividade pesqueira pode ser classificada, de acordo com a finalidade, amadora, artesanal e industrial. O Brasil produz aproximadamente 1 milhão e 240 mil toneladas de pescado por ano, sendo que cerca de 45% dessa produção é proveniente da pesca artesanal (BRASIL- MPA, 2013). A espécie de peixe de água doce mais industrializada no Brasil é a tilápia, nome comum a três gêneros: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis niloticus* e *Sarotherdon*, processada para a obtenção de filés frescos ou congelados (WATANABE, 2002). Os principais polos de produção de tilápia no Brasil se concentram no Oeste do Paraná, nos grandes reservatórios do Nordeste e Sudeste (KUBITZA *et al.*, 2012).

Sendo a tilápia uma das espécies mais cultivada para a filetagem e para outros processos de aproveitamento de pescado, apresenta 30% rendimento médio em filé aproximadamente, e os 70% de resíduos incluem: cabeça, carcaça, vísceras, pele e escamas (SOUZA *et al.*, 2014). As destinações corretas desses resíduos da Pesca, bem como o aproveitamento integral do pescado, tanto da Pesca Extrativa quanto da Aquicultura, figuram, atualmente entre os principais desafios da cadeia produtiva, principalmente quando se refere à sustentabilidade destas atividades, já que estes possuem alta carga de matéria orgânica, que se mal gerenciados podem afetar as características do solo e dos recursos hídricos (OMS, 2008).

Uma das alternativas sustentáveis de reaproveitamento dos resíduos pesqueiros é a fabricação de farinha de peixe, que é utilizada na produção da ração para animais. Segundo Alva (2010), a farinha de alta qualidade é reconhecida como uma excelente fonte de proteína, energia, minerais e vitaminas, além de ter um alto conteúdo de aminoácidos essenciais (treonina, triptofano, metionina e lisina), além de apresentar um bom equilíbrio de ácidos graxos insaturados, alto conteúdo de minerais (cálcio e fósforo).

Uma maneira pela qual a farinha é obtida, passa pela etapa de secagem das carcaças do peixe. Pode-se utilizar a secagem por; micro-ondas, estufa, secador solar, entre outros. Como o Brasil dispõe de um grande potencial para uso da energia solar em quase todo o território nacional, principalmente na região Semiárido Brasileiro, onde se tem sol por quase todo ano, a secagem usando secador solar torna-se mais viável, uma vez que além de baixo custo, se faz uso da energia renovável. Esta etapa do processo consiste na remoção de umidade do produto.

Diante do que foi exposto, este trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar a farinha de peixe, utilizando secador solar, como proposta de minimizar os danos ambientais causados pela disposição inadequada dos resíduos da filetagem de tilápia, bem como agregar valor econômico aos resíduos do pescado, e inserindo a região num contexto de sustentabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo produzir a farinha de peixe a partir dos resíduos gerados no processo de filetagem da tilápia usando secador solar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar os resíduos gerados a partir da filetagem;
- Desidratar os resíduos de tilápia em secador solar com exposição direta;
- Caracterizar a farinha produzida.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PISCICULTURA NACIONAL

As atividades da piscicultura iniciaram a partir da década de 1980, quando surgiram os empreendimentos pioneiros. Estes foram inicialmente limitados por vários tipos de restrições, como falta de pesquisas, conhecimento incipiente das técnicas de cultivo, inexistência de rações adequadas e baixa qualidade dos alevinos, entre outras. Na década de 1990 surgiram as primeiras pesquisas de manejo e as rações experimentaram sensível evolução, atendendo às especificidades da espécie. Foram montadas também estruturas de beneficiamento do peixe, o que contribuiu para a sua melhor conservação e apresentação, alcançando mercados antes impossíveis para os produtores locais que se limitavam a vendê-lo fresco (KUBITZA *et al.*, 2005).

O Brasil é considerado um dos países de maior potencial para aquicultura, graças ao forte mercado doméstico, produção recorde de grãos, indústria de rações estabelecida e amplo território, grande parte sob um clima tropical, com boa disponibilidade hídrica e áreas favoráveis para a construção de tanques e açudes. De acordo com Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura do Ministério da Pesca, apontam o Sul e Nordeste como as principais regiões produtoras da aquicultura, respondendo juntas por 61 % da produção aquícola nacional. As regiões Sudeste e Centro-Oeste são responsáveis por 30 % da produção, a região Norte tem a menor participação na produção nacional, com 9 %, segundo as estatísticas oficiais (BRASIL, 2012).

Com a evolução da questão ambiental e das condições que o planeta apresenta o cultivo racional de organismos aquáticos, a aquicultura é atividade economicamente emergente na competição pelo recurso água (ELER & MILANI, 2007). Ainda segundo esses autores, favorecer o desenvolvimento sustentável da piscicultura brasileira para conciliar a preservação ambiental com distribuição dos benefícios sociais e econômicos por ela gerados, constitui tarefa para os que a integram no âmbito aquícola nacional.

Atualmente, existe uma tendência crescente de intensificação e fortalecimento de integração entre os setores pesqueiros, especialmente, em decorrência da demanda crescente por produtos com elevado valor nutritivo como aqueles preparados a base de pescado. Desta forma, torna-se necessária a realização de pesquisas direcionadas para obtenção de uma produção cada vez mais eficiente e sustentável (REIS NETO, 2012).

3.2 TILÁPIA

A tilápia é o nome popular para peixes que podem pertencer a três gêneros diferentes: *Tilapia rendalli*, *Oreochromis niloticus* e *Sarotherdon* (POPMA *et al.*, 1995; KUBITZA, 2000). Dentre os gêneros, o *Oreochromis niloticus*, apresenta maior destaque devido ao excelente desenvolvimento em ganho de massa corpórea e crescimento, além de possuir carne de qualidade superior com poucas espinhas (FITZSIMMONS, 2000).

Entre essas espécies de tilápia existente, cada uma apresenta as suas características próprias de adaptação e reprodução, o que leva os produtores a estabelecerem preferências de acordo com a região e as condições do ambiente de cultivo. No Brasil introduziu-se inicialmente a *Tilapia rendalli* em açudes do Nordeste, a qual, devido ao baixo desempenho em termos de crescimento, foi substituída gradativamente pela tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) (JÚNIOR, 2008).

A produção de tilápia-do-nilo cresceu em média 17 % ao ano, mais do que o crescimento médio de 10% experimentado pela aquicultura. Os fatores importantes na expansão do cultivo da tilápia no Brasil são: produção massiva de alevinos monossexo (machos), a adoção do cultivo em tanques-rede, a introdução de linhagens de melhor potencial genético, o desenvolvimento de rações de alta qualidade, o aproveitamento dos grandes reservatórios do país e a oferta de produtos (filé) de alta qualidade (KUBITZA *et al.*, 2012).

Segundo KUBITZA (2012), os principais polos de produção de tilápia no Brasil se concentram no Oeste do Paraná, nos grandes reservatórios do Nordeste e Sudeste. No Nordeste, a produção de tilápia é expressiva ao longo do eixo do Rio São Francisco (nos lados de Sobradinho, Itaparica, Moxotó e Xingó) e no curso do Rio Jaguaribe (açudes Castanhão e Orós). No Sudeste a produção de tilápias em tanques ocorre em reservatórios ao longo do Rio Grande (especialmente Furnas), Rio Paraná (em especial Ilha Solteira) e em diversos reservatórios no eixo do Rio Tietê em São Paulo e do Rio Paranapanema, que marca a divisa entre São Paulo e Paraná (KUBITZA *et al.*, 2012).

Figura 1- Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*.



Fonte: Zago, 2012.

Nogueira (2008), explica que são vários os motivos que os produtores usam para justificar a preferência pela tilápia, dentre os quais destaca-se:

- Fácil adaptação às diversas condições de cultivo nas diferentes regiões do País;
- Ciclo de engorda relativamente curto (seis meses em média);
- Aceitação de uma ampla variedade de alimentos;
- São resistentes a doenças, altas densidades de povoamento e baixo teor de oxigênio dissolvido;
- Desova durante todo o ano;
- Possui carne saborosa e saudável, com baixo teor de gordura (0,9g por 100g de carne);
- Possui baixo nível de calorias (172 kcal por 100g de carne);
- Não possui espinhas em forma de “Y”;
- O rendimento do filé chega a 37% em peixes com peso médio de 600 gramas.

3.3 RESÍDUOS E IMPACTOS NO AMBIENTE

O termo resíduos refere-se às sobras e aos subprodutos do processamento dos alimentos que são de valor relativamente baixo (SHOEMAKER *et al.*, 1986). No Brasil são produzidos anualmente aproximadamente 4,9 milhões de toneladas de resíduos de origem animal por ano (PENZ *et al.*, 2005).

Os resíduos industriais 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 ou se oferecido *in natura* aos peixes cultivados (SILVA, 2002). A pesca artesanal praticada em comunidade de pescadores gera impactos locais, relacionados ao descarte dos resíduos orgânicos oriundos da limpeza de pescados, o que constitui um problema sanitário e ambiental para os produtores e moradores da região, pois na grande maioria das vezes são dispostos de maneira incorreta.

Os impactos da má gestão dos resíduos são sentidos principalmente devido à disposição inadequada, causando poluição de corpos d'água, por poluentes químicos provenientes de indústrias e plantações, e por poluentes orgânicos oriundos do lançamento de esgoto doméstico, a poluição do ar, por meio de resíduos altamente voláteis de origem fundamentalmente industrial, comprometendo a qualidade do ar, poluição do solo, e alterações no ambiente utilizado para disposição de resíduos, o que prejudica a fauna e flora, prejudicando estruturas tróficas complexas, nas quais estão inseridos os recursos vivos utilizados na alimentação humana (OMS, 2008).

De acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004, página 2-5) os resíduos da atividade pesqueira podem ser classificados em duas classes (perigosos e não perigosos) assim definidas:

- Classe I – Perigosos: são aqueles que em função das propriedades físicas, químicas ou infecto contagiosas oferecem risco à saúde pública, causando mortalidade e incidência de doenças, e ao meio ambiente, quando gerenciado de maneira inadequada. E que ainda apresentem características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Situações que ocorrem caso os resíduos de pescado estejam contaminados.

- Classe II - Não Perigosos: são aqueles não inertes, com propriedades como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água, como resíduos de pescado não contaminados. São esses os resíduos com maior potencial para a reciclagem (PNRS, 2010).

3.4 FORMAS DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DA TILÁPIA

As indústrias de beneficiamento de pescado geram grandes quantidades de resíduos, devido principalmente à falta de reconhecimento deste recurso como matéria prima e fonte para outros produtos. No Brasil, o aproveitamento de resíduos de pescados é pequeno,

aproximadamente 50% da biomassa são descartadas durante o processo de enlatamento ou em outras linhas de produção, como a filetagem (PESSATTI, 2001).

Desta forma, pesquisadores têm desenvolvendo estudos para elaboração de novos produtos a partir de resíduos de tilápia, agregando valor econômico e apresentando elevado potencial de comercialização e credibilidade mercadológica, devido à inserção no contexto sustentabilidade, minimizando perdas. De acordo com a literatura são várias as alternativas para o aproveitamento dos resíduos de peixe; produção, de Farinha (BOSCOLO *et al.*, 2001; OETTERER, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2004); Produção de silagem (CÂNDIDO, 1998; DINIZ *et al.*, 1999; ARRUDA, 2004); Hidrolisado Proteico (WINDSOR *et al.*, 1984; OETTERER, 2001); Colágeno (COELHO *et al.*, 2001; RUSTAD *et al.*, 2003; ALFARO *et al.*, 2009); Gelatina (GUDMUNDSSON, 2002; GÓMEZ-GUILLÉN *et al.*, 2002; ZHOU *et al.*, 2007).

3.4.1 Farinha

Milhões de toneladas de farinha de peixe são produzidos anualmente, pelo mundo. A maior parte da farinha produzida é destinada a rações comerciais para aves, suínos e peixes (ALVA, 2010). Dentre os alimentos de origem animal, a farinha de peixe é amplamente empregada na aquicultura, sendo a principal fonte proteica nas dietas para a maioria das espécies cultivadas, é excelente fonte de energia digestível, boa fonte de minerais essenciais, elementos traços e vitaminas essenciais (TACON, 1993).

No entanto, o Brasil apresenta baixa disponibilidade de farinha de peixe de boa qualidade. Este fato aliado ao alto custo de farinha importada, tem motivado busca de outras fontes proteicas que substituam a farinha de peixe sem prejudicar ao desempenho dos animais (BOSCOLO *et al.*, 2001).

Existem dois tipos de produção de farinha de peixe, farinha para consumo humano “fish flour” e farinha para ração “fish meal”. A justificativa para a produção de farinha para consumo humano está no fato de que há descarte de resíduos comestíveis provenientes do processo de industrialização, e que se forem bem manejados mantém a qualidade da carne. E consiste em excelente fonte proteica, com cerca de 70%, principalmente, de aminoácidos essenciais como a lisina, ausentes nas dietas a base de arroz, pão e cereais que são deficientes nestes aminoácidos (OETTERER, 2005). A chamada “fish flour” deve apresentar características sensoriais de ausência de aroma, obedecer aos padrões microbiológicos e

ausência de tóxicos orgânicos e inorgânicos. Ainda segundo OETTERER (2005), para o “fish meal”, o processo de fabricação se baseia em adições de solvente e centrifugações, seguindo a mesma técnica do preparo da farinha, porém se aproximando do processo para obtenção dos concentrados proteicos.

De acordo com Vidotti (2006), para a produção da farinha, o resíduo é cozido em digestor, em alta temperatura (110 ± 10 °C) e por um tempo médio de 1 h e 30 minutos. Após o cozimento, o material passa por uma caixa percoladora, para a retirada do excesso de óleo, e em seguida é prensado, obtendo-se a torta de prensa, a qual é depositada no silo de resfriamento para posterior moagem e ensaque. Durante o cozimento e prensagem obtém-se o óleo. Os óleos são misturados, e a mistura, centrifugada a uma temperatura de 80 °C e estocada em tanque para posterior comercialização.

Na produção de farinha de peixe citado por Rocha (2011), elaborada artesanalmente, a partir de tilápias que não alcançaram tamanho comercial, o Pescado é previamente lavado, cortado e submetido ao cozimento a vapor por 25 min. Em seguida, é retirado o excesso de água e o material é moído em moinho manual. A massa obtida é disposta em bandejas e levada ao forno por 4 h a 180°C. Em seguida a massa é deixada em descanso até atingir a temperatura ambiente e peneirada, obtendo-se assim a farinha de tilápia apresentando a seguinte composição (tabela 1).

Tabela 1- Composição físico-química da farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) elaborada artesanalmente.

Nutrientes	Tempo de estocagem (dias)			
	0	30	60	90
Umidade (%)	2,22	0,87	1,82	4,36
Proteína Bruta (%)	77,96	73,43	74,76	67,57

Fonte: Adaptado de Rocha, 2011.

Rodrigues *et al.* (2004), explica que na farinha de pescado são encontrados percentuais de proteínas oscilando entre 55 a 70 %, sendo os valores mais comuns variando entre 60 e 65 %. Além das proteínas, a farinha apresenta ainda 4 a 8 % de ácido graxo, 4 % de extrato livre de nitrogênio, 12 a 33 % de sais minerais e 6 a 10 % de umidade.

Segundo Anderson (1997), a produção de farinha de resíduos de peixe apresenta um teor de proteína bruta que variou de 74,6 % a 77,2 %, uma concentração de gordura de 11,3 % a 12 % e apresenta um teor de cálcio oscilando entre 3 % e 4,1 %, valores que podem ser indicadores do alto teor de cinza (12,4 % a 13,6 %).

Scarabelot e Michels (2009), explica que para a obtenção da farinha de peixe, utilizando as amostras de rejeitos de peixes coletadas nos períodos de inverno e verão, para verificar os efeitos sazonais no cultivo (tabela 2).

Tabela 2- Resultados das análises do complemento nutricional de peixe obtidos no período inverno e verão.

Parâmetros	Inverno	Verão	
	1º cocção	1º cocção	2º cocção
Teor de óleos e graxas (%)	33,43	14,88	3,97
Cálcio (%)	14,14	12,38	28,91
Proteína (%)	31,34	32,97	30,13

Fonte: Adaptado de Scarabelot e Michels, 2009.

Para Barlow & Pike (1995), a farinha de peixe apresenta conteúdos variáveis de ácidos graxos (AG) ω -3, dependendo da espécie, estado fisiológico e época do ano. O método de processamento e refinamento influenciam no conteúdo de ácidos graxos. Por exemplo, a hidrogenação parcial destrói os AG insaturados, aumentando o nível de isômeros trans, tão prejudiciais ao organismo como os AG saturados. As características de qualidade das farinhas de tilápia variam em função da matéria-prima utilizada, do controle de qualidade no processamento, das formas de proteção contra oxidação de gorduras e do armazenamento (VIDOTTI *et al.*, 2006).

Derivados do pescado como a farinha de peixe, tem contribuído de forma importante na nutrição para avicultura, suinocultura, aquicultura e para animais de estimação (cães e gatos). O uso na formulação de dietas é facilitado por conter aminoácidos, energia, cálcio e fósforo em quantidades apreciáveis. (BELLAVÉR, 2001).

Na alimentação de frangos de corte, o uso da farinha de peixe é bastante limitado em virtude do preço e disponibilidade no mercado. As pesquisas demonstraram que fontes proteicas como a farinha de peixe, quando adicionadas em dietas de aves, produziram

resultados que foram muito superiores aos obtidos com dietas semelhantes contendo proteína de origem vegetal (SCOTT *et al.*, 1978). Devido ao alto valor biológico das proteínas, os produtos de origem animal se impuseram como matéria prima indispensável ao preparo de rações, devido ao valor nutritivo em proteína, gordura e minerais e principalmente como fonte de aminoácidos e vitamina B12 (BELLAVÉR, 2001).

A produção de ração para a aquicultura depende atualmente de um grande aporte de farinha de peixe. Com a progressiva escassez desse insumo no mercado mundial, a produção de uma ração comercial de qualidade dependerá, em futuro breve, da elaboração adequada da farinha de peixe (TAKAHASHI, 2005). Segundo Furuya (1996), a farinha de peixe apresenta ótimo valor nutricional e atende à alta exigência de proteína digestível e dos demais nutrientes para as tilápias na fase de larvicultura, justificando o uso em rações comerciais.

3.5 SECAGEM

No decorrer dos anos o homem desenvolveu várias técnicas de conservação dos alimentos por meio da utilização de calor, frio, defumação, salga, uso do vinagre, resinas, entre outros. A conservação dos alimentos pelo processo de secagem consiste em reduzir a água livre do alimento o que implica na elevação da pressão osmótica do meio, evitando a proliferação de microrganismos e a inativação de enzimas que causam a deterioração dos alimentos (LOPES *et al.*, 2010).

A desidratação é o processo combinado de transferência de calor e massa qual se reduz a disponibilidade de água de um alimento, aumenta o tempo de vida útil do mesmo, combatendo a perecibilidade e o desperdício. Os métodos de desidratação podem ser divididos em quatro tipos: por contato com ar quente; por contato com a superfície quente; por liofilização; por adição de agentes osmóticos (FIOREZE, 2003).

O processo de secagem pode ser empregado por diferentes métodos destinados à desidratação de alimentos, desde os mais avançados direcionados a produção em grande escala, aos mais simples direcionados ao pequeno produtor, como a desidratação solar (mecânica e natural), sala de secagem, forno doméstico e desidratador. No processo de secagem são identificados dois períodos característicos: o período de taxa de secagem constante ou quase constante e um período com a taxa decrescente (BALDWIN, 1999).

Os fatores mais importantes a serem considerados no processo de secagem são: pressão de vapor de água, temperatura do ar, velocidade do ar, velocidade de difusão da água no produto, espessura e superfície disponíveis (NETO, 2008).

3.5.1 Secagem solar

Como o Brasil apresenta uma grande área territorial e por estar localizado entre as latitudes 32° Norte e 32° Sul pode aproveitar de 84 até 100% da energia solar incidente na superfície horizontal, com períodos do ano com pouca nebulosidade. Sendo que para ser aproveitada, a energia solar é necessária à condição de alta irradiação solar e uso de equipamentos adequados, e até hoje, pouco se tem observado sobre a utilização deste recurso renovável (SOARES e MOREJON, 2004).

A secagem solar ou secagem natural envolve o aproveitamento da energia solar, que é gratuita e renovável. No secador solar o ar é aquecido pela radiação e percorre, naturalmente ou forçado, por um sistema, retirando a umidade do material que se quer secar, sendo uma tecnologia muito atraente para o tratamento dos resíduos. O secador solar pode ser construído na própria propriedade rural atendendo aos pequenos produtores, além de proteger o produto contra os insetos e a poeira (MARTINS *et al.*, 2002).

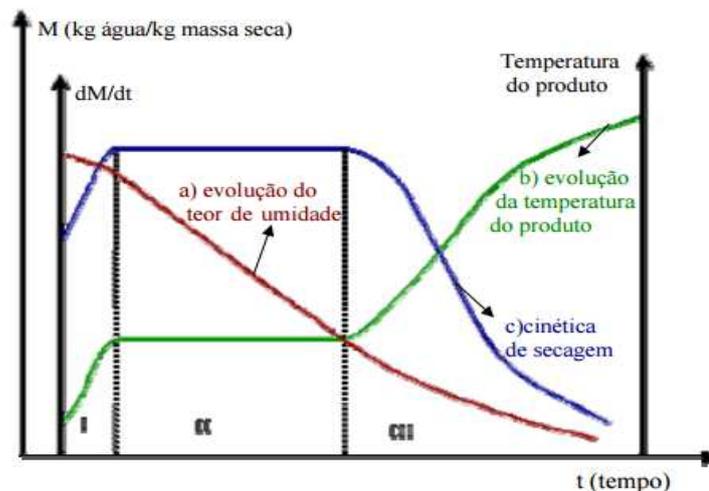
Segundo Bauer, (2003), existem dois tipos de modelos básicos de secadores solares, os modelos com coletor solar incluído na estrutura (interno) e aqueles em que o coletor encontra-se no lado de fora da câmara de secagem. Os secadores dotados de coletores internos são denominados na literatura, em geral, de câmaras do tipo “greenhouse”. Esse modelo de secador é o mais comumente utilizado, e tem como características principais o baixo custo e a facilidade de construção (PLUMPTRE, 1967). O secador do tipo “greenhouse” consiste de uma estrutura, em geral de madeira ou chapa compensada tratada, com cobertura e paredes revestidas de material transparente ou translúcido, de forma a permitir a incidência da energia solar irradiada (SANTINI, 1981). O secador solar indireto é constituído por duas partes: um coletor solar que converte a radiação solar em calor e por uma câmara de secagem onde os produtos são colocados sem exposição direta à radiação solar. O ar é aquecido num coletor solar e sobe por convecção natural até à câmara de secagem (DUDEZ, 1996). Ainda de acordo com Duzdez, 1996, ainda pode existir um terceiro tipo de secador: os secadores híbridos, os quais utilizam uma energia suplementar, que tem por finalidade manter uma temperatura constante no secador e aumentar a circulação do ar por meio da utilização de ventiladores elétricos. A energia solar é utilizada apenas para pré-aquecimento do ar à entrada

da câmara de secagem. Este tipo de secador funciona independente das condições atmosféricas, permite um melhor controle da secagem e um aumento da produção porque o secador pode funcionar 24 horas por dia.

3.5.2 Curvas de secagem

As características específicas de cada produto, associadas às propriedades do ar de secagem e ao meio de transferência de calor adotado, determinam diversas condições de secagem. Entretanto, a transferência de calor e de massa entre o ar de secagem e o produto é fenômeno comum a qualquer condição de secagem (Park *et al.*, 2001). O processo de secagem, baseado na transferência de calor e de massa, encontra-se dividido em três períodos, conforme mostra a figura 2.

Figura 2 - Curvas típicas de um processo de secagem.



Fonte: Park et al., 2001.

Avaliando os três períodos, tem-se:

(a) O primeiro período (I) concebe o início da secagem. Nesse período ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto alargando a pressão de vapor de água e a taxa de secagem. Essas elevações têm prosseguimento até o ponto em que a transferência de calor seja equivalente à transferência de massa. Por ser um período de curta duração, sendo imperceptível em relação ao período total de secagem, é notado de período de acomodação ou ainda de período de indução (Alonso, 2001; Farias, 2002).

(b) Durante este período (II), do mesmo modo ao anterior, ainda há uma grande quantidade de água disponível no interior do produto. O segundo período caracteriza-se pela

taxa constante de secagem. A água evaporada é a água livre. A transferência de massa e de calor é equivalente e, portanto, a velocidade de secagem é constante. Enquanto houver quantidade de água na superfície do produto suficiente para acompanhar a evaporação, a taxa de secagem será constante.

(c) O período (III) distinguiu-se pela redução da água que migra do interior do produto à superfície, amortecendo, assim, a taxa de secagem. Isto quer dizer que a quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo-se, portanto, a transferência de massa. A transferência de calor não é compensada pela transferência de massa; neste caso a temperatura do produto tende a aumentar, aproximando-se da temperatura do ar de secagem. O fator limitante nessa fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. Quando o produto atinge o ponto de umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem, a taxa de secagem é nula e o processo é concluído.

3.6 QUALIDADE MICROBIOLÓGICA

A qualidade de alimentos na visão do consumidor muitas vezes está relacionada à satisfação com relação aos parâmetros visuais, sensoriais e financeiros do produto, contudo, fatores como a baixa qualidade higiênica das operações e da matéria-prima podem levar a ocorrência de contaminações que depreciam a qualidade do produto obtido (CAVALLI, 2001).

No Brasil, a Resolução RDC nº12 de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define os padrões microbiológicos para pescado. O fato é que a segurança alimentar está intrinsecamente relacionada aos programas de autocontrole, como as boas práticas, com especial atenção à qualificação dos manipuladores, que atuam diretamente na produção (CAVALLI, 2001).

Segundo Rocha *et al.* (2011), a qualidade microbiológica da farinha de peixe de tilápia, utilizando métodos artesanais, manteve as características qualitativas, demonstrando que a farinha de peixe pode ser elaborada por pessoal não especializado, ou seja, merendeiras e pequenos produtores, desde que sejam observadas normas básicas de boas práticas de manipulação.

Existem basicamente três maneiras de os microrganismos provocarem doença ao consumidor: por meio de intoxicação, quando há ingestão da toxina previamente formada pelo micro-organismo; por infecção, que é a ingestão do microrganismo no alimento e, por fim, a

toxinfecção alimentar, que é a ingestão de alimento com microrganismos patogênicos, que produzirá toxinas no intestino, como o que ocorre com o *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* O157:H7, *Bacillus cereus* (VIEIRA, 2004).

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho foi realizado no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido/ Universidade Federal de Campina Grande (CDSA/UFCG) - Laboratório de Microbiologia e Biotecnologia da Unidade Acadêmica de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos, em Sumé, Paraíba, Brasil.

4.2 BENEFICIAMENTO DA MATÉRIA PRIMA

Os resíduos do peixe foram obtidos da Associação de Pescadores do Açude de Cordeiro (ASPAC) e o beneficiamento realizado na sede do grupo de Mulheres pescadoras da Associação do Açude de Cordeiro (MPAC) localizada no município do Congo /PB (figura 3).

Figura 3- Localização do Açude Cordeiro em relação à cidade de Congo-PB.



Fonte: Programa Google Earth, 2016.

4.2.1 Quantificação dos resíduos no processo de filetagem

O processo operacional de filetagem foi feito manualmente, em ambiente higienizado, com o auxílio de faca e alicate adequados. Inicialmente os peixes foram lavados e com auxílio de uma faca foram retiradas as escamas, a pele e as vísceras. De cada lado do peixe foi

retirado um filé. Os resíduos correspondentes à quantidade total de tilápias filetadas (escamas, peles, carcaça e vísceras) foram colocados em sacos plásticos, medidos por gravimetria.

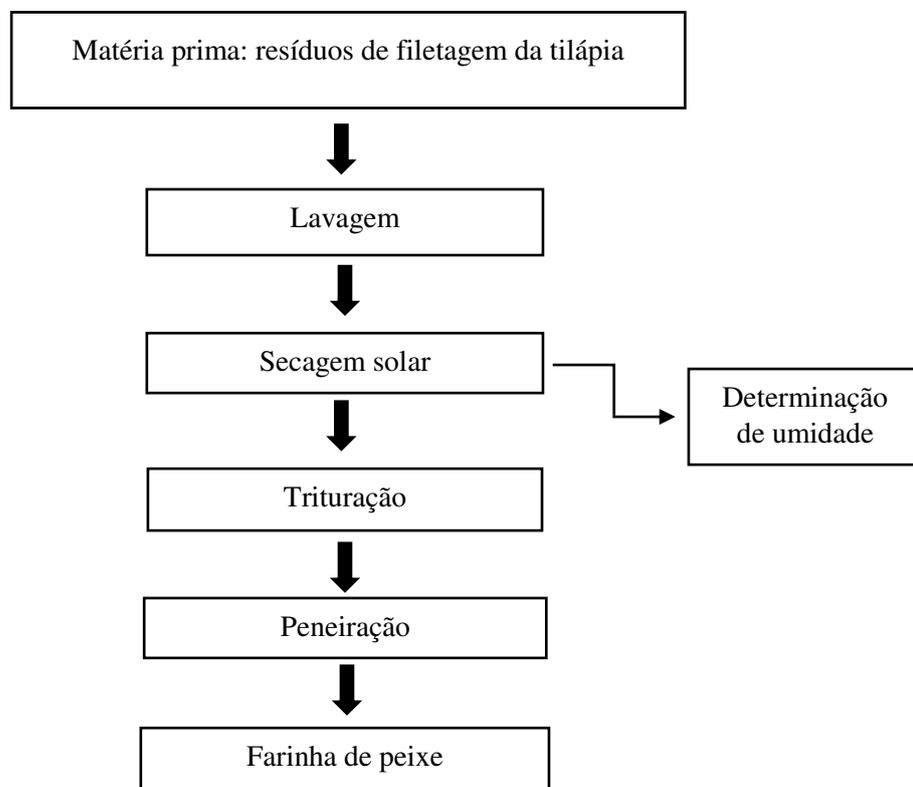
A partir da geração de resíduos sólidos provenientes do processamento da tilápia, acompanhado nesse trabalho, fez-se uma projeção de geração de resíduos sólidos após uma semana, um mês e um ano. Essa projeção considerou que o grupo de mulheres pescadoras da Associação do Açude de Cordeiro, beneficiam doze (12) quilos de peixe por dia e elas trabalham três (3) dias por semana. A avaliação dos resíduos gerados foi feita a partir de uma quantidade aproximadamente de 3, 14 Kg de tilápias.

4.3 PROCESSO DA PRODUÇÃO DE FARINHA

Para a produção da farinha foi utilizado o resíduo descartado a partir do processo de filetagem, tendo sido escolhidas as carcaças com massa de aproximadamente 60 g, por apresentarem melhor disposição dentro do secador solar e maior facilidade de trituração.

O processo de produção da farinha foi constituído pelas etapas apresentadas no fluxograma (figura 4).

Figura 4- Fluxograma do processo de obtenção da farinha de resíduos de tilápia proveniente da filetagem.



Fonte: Autoria do autor.

4.3.1 Processo de lavagem e tratamento dos resíduos

Os resíduos foram previamente tratados, (retirando-se as vísceras e cabeça) e lavada com água da corrente e colocado na bandeja (figura 5).

Figura 5- Resíduos de tilápia previamente tratada.



Fonte: Aatoria do autor.

4.3.2 Processo de secagem

O equipamento utilizado para secagem dos resíduos de tilápia foi um secador solar (figura 6), construído no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido/Universidade Federal de Campina Grande (CDSA/UFCG). A secagem foi avaliada aferindo-se a massa do peixe por gravimetria em intervalos regulares de tempo (1 hora) e rapidamente foi recolocada no secador. Este procedimento foi repetido até que o material atingisse massa constante. Durante todo o período de exposição do secador ao sol, a temperatura dentro e fora do secador foram monitoradas.

4.3.3 O secador solar de caixa

O material utilizado na construção do secador solar foi: uma caixa de madeira com 16 cm de altura; chapa e tela metálica na dimensão de 0,50 m x 0,60 m; vidro transparente com 3 mm de espessura e dimensões de 53 x 65cm; para auxiliar na absorção de radiação solar tiras de isopor revestida com plástico preto foram usadas para revestir o interior da caixa. Para a circulação do ar e retirada da umidade foram feitos dez (10) orifícios do lado anterior (A) e dez (10) orifícios do lado posterior (B), os quais foram cobertos com tela de malha fina para

evitar a passagem de insetos. A tela metálica foi fixada entre os orifícios inferiores e superiores. Para alcançar a inclinação desejada do secador foi utilizado um cavalete (C).

Figura 6- Secador solar no lado anterior (A), posterior (B) e da lateral esquerda (C).



Fonte: Autoria do autor.

4.3.4 Determinação de teor de umidade

A umidade foi avaliada aferindo-se a massa do peixe por gravimetria em intervalos regulares de tempo (1 hora). Este procedimento foi repetido até que se atingisse massa constante. A Equação 1 foi utilizada para o cálculo da umidade (AOAC, 2000).

$$U(\%) = \frac{M_i - M_f}{M_f} \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

U = umidade;
 M_i = massa inicial da carcaça;
 M_f = massa final da carcaça;

4.3.5 Processo de trituração e peneiração

O processo de trituração foi feito após a secagem do material, utilizando um micro moinho, modelo tipo Willye STAR FT 48 para reduzir o tamanho dos resíduos de tilápia para a elaboração da farinha. Após a trituração, o produto resultante foi passado por peneiras para retirada dos pedaços maiores. Em seguida, a farinha foi estocada em potes de vidro e armazenado em geladeira.

4.4 CARATERIZAÇÃO DA FARINHA

4.4.1 Determinação de Umidade

A Umidade foi determinada por medida direta em balança determinadora de Umidade modelo MOC63u, como mostra a figura 7. O princípio do método consiste na medida da amostra acondicionada em uma cápsula plástica dentro de um sistema de temperatura de 05°C, durante 15 minutos.

Figura 7- Balança determinadora de Umidade modelo MOC63u.



Fonte: A autoria do autor.

4.4.2 Determinação de Ácido Graxos

Para a quantificação de teor de ácidos graxos totais existentes na farinha de tilápia foram medidas por gravimetria 5 g de farinha em 80 mL de água destilada. A amostra foi aquecida até a completa dissolução. Logo após, a amostra foi filtrada. Ao filtrado foi adicionado 20 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4), aquecendo sob agitação até a ebulição. Dois (2) gramas de parafina foram adicionados e aquecidos até que toda a parafina fundisse. A amostra

esfriou até que uma camada sólida se formasse sobre a solução. Essa camada sólida foi retirada por meio de filtração a vácuo e a massa foi aferida por gravimetria (VIEIRA, 2007).

Para calcular a percentagem de ácidos graxos totais na farinha de peixe utilizou-se a seguinte equação 2:

$$\text{AGT (\%)} = \frac{m-M}{A} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

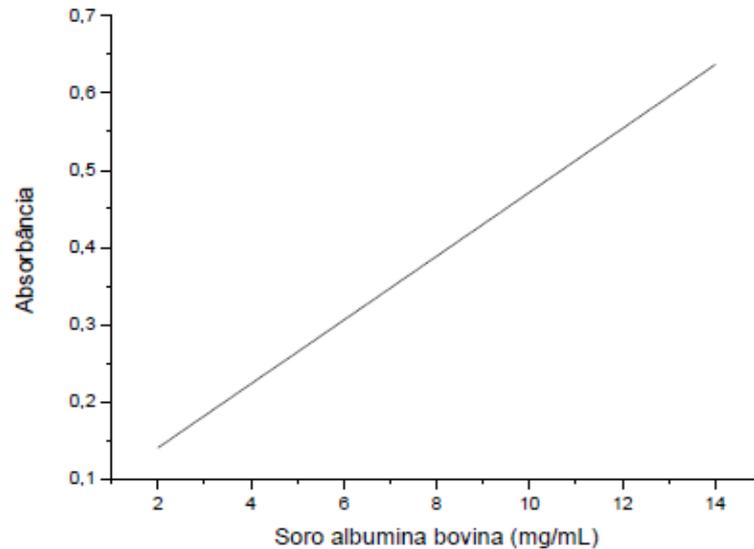
AGT = Ácidos graxos totais;
 m = massa da camada de ácidos graxos;
 M = massa da parafina;
 A = quantidade da amostra.

4.4.3 Determinação de proteínas

Para a determinação das proteínas, em frasco becker foi colocado 1 grama de farinha de carcaça de tilápia e adicionada 20 mL de água destilada para a diluição sob aquecimento. Em seguida, foi colocado 1 mL da amostra diluída e 4 mL da solução reagente Biureto (0,15 % sulfato de cobre; 0,6 % tartarato de sódio e potássio; 3 % hidróxido de sódio; 0,1 % iodeto de potássio) num tubo. A mistura foi agitada no vortex até misturar os líquidos. Após 10 minutos, foi realizado a leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda de 540 nm. O espectrofotômetro foi previamente zerado com uma amostra em branco contendo: 4 mL da solução reagente Biureto e 1 mL de água destilada (GORNALL *et al.*, 1949).

A curva padrão para a determinação das proteínas (Gráfico 8) foi construída com o intervalo de diluição do soro albumina bovina de 2 mg/mL com limites inferior e superior de 0 mg/mL e 20 mg/mL, respectivamente. O método utilizando a solução reagente Biureto mostrou-se mais confiável entre os limites de 2 mg/mL e 14 mg/mL com $R^2 = 0,99857$, pois Haaland (1989) afirma que valores de R^2 próximos de 1 representam modelos melhores para predições.

Figura 8 – Curva padrão para proteínas construída com a solução reagente Biureto e soro albumina bovina diluída em salina (0,9 %).



Fonte: Neto, 2014.

A Equação 3 foi utilizada para o cálculo do teor de proteína das amostras a partir da absorvância lida no espectrofotômetro.

$$\text{ABS} = (0,04134 * P) + 0,058 \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

ABS= Absorbância;
P= Proteínas, mg/mL.

4.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

4.5.1 Determinação de coliformes

A técnica utilizada para quantificação de grupos de coliformes foi de membrana filtrante, usando um meio basal (Agar BASE m-FC). Efetuou-se a filtração (membrana filtrante) das amostras duplicatas, e após esta operação a membrana foi retirada imediatamente com uma pinça estéril e acondicionada sobre o meio contido em uma placa de Petri, com o cuidado para evitar bolhas de ar aprisionadas. Em seguida a placa foi rotulada e encubada a $44 \pm 0,5$ C por 24 horas. Após esse período foi efetuado a contagem das colônias que possuem coloração azul, cinza e vermelha. Para o preparo do meio, foi colocado em frasco erlenmeyer 5,21 g de pó dissolvido em 1L de água destilada. Em seguida foi

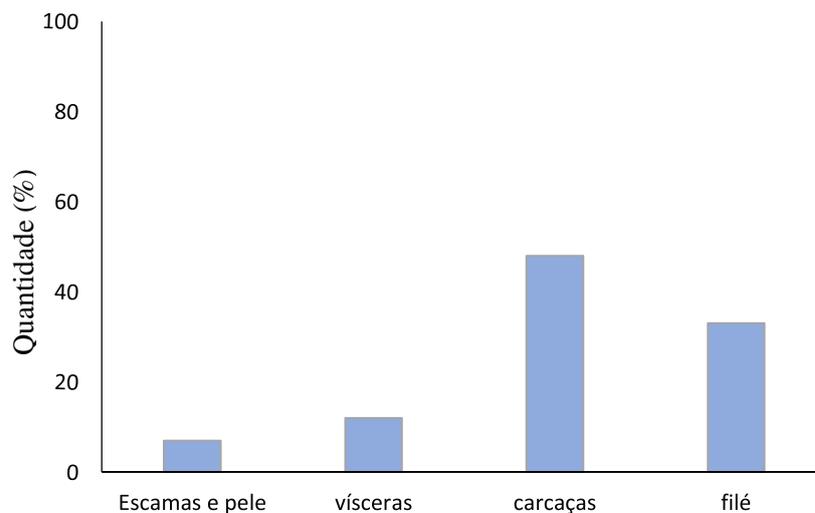
adicionado 1,0 mL da solução de ácido rosólico a 1% (código K25-810209), aquecendo até atingir a ebulição. Após entrar na ebulição deixou o meio esfriar e distribuído 2,0 mL em cada placa (FUNASA, 2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DA FILETAGEM

Os resíduos gerados pelo processo de filetagem de tilápia foram agrupados por grupos, (a) pele/couro escamas; (b) vísceras; (c) carcaça; assim como o rendimento do filé estão apresentados na figura 9.

Figura 9- Quantidade dos resíduos sólidos e rendimento de filé no processo de filetagem da tilápia.



Fonte: Autoria do autor.

Os resultados mostram que rendimento do filé de tilápia foi de 33% que corresponde a 1,050 Kg. Este valor está próximo aos valores encontrados na literatura, em que foi descrito aproveitamento de 40% para processos de filetagem industrial (MARTONE, 2005). O método de filetagem também influencia no rendimento de filé da tilápia, havendo diferenças quanto à forma de retirada da pele e quanto ao tipo de corte da cabeça (ARAÚJO *et al.*, 2013). Quanto à geração de resíduos sólidos (escamas, pele; vísceras e carcaças), verificou-se um valor de desperdício aproximadamente de 67% da massa total (figura 9).

Na tabela 3 está representada uma projeção para a geração de resíduos sólidos, bem como para o rendimento de filé de 33 %, considerando a produção, semanal, mensal e anual. Nesse caso, é possível verificar que ao longo do ano pode haver geração de uma quantidade de 1.152 kg de resíduos sólidos, que é descartado na natureza podendo causar um grande dano ambiental. Considerando os valores apresentados na tabela 3 percebe-se a urgência em desenvolver técnicas, utilizando tecnologias sustentáveis, para mitigar os danos ambientais causados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos gerados pela filetagem da tilápia.

Tabela 3 - Estimativa de rendimento de filé e resíduo descartados no meio ambiente ao longo: do dia, semana, mês e ano.

Estimativas	Dia	Semana	Mês	Ano
Total do pescado (kg)	12	36	144	1728
Rendimento de filé (kg)	4	12	48	576
Resíduos sólidos gerados (kg)	8	24	96	1152

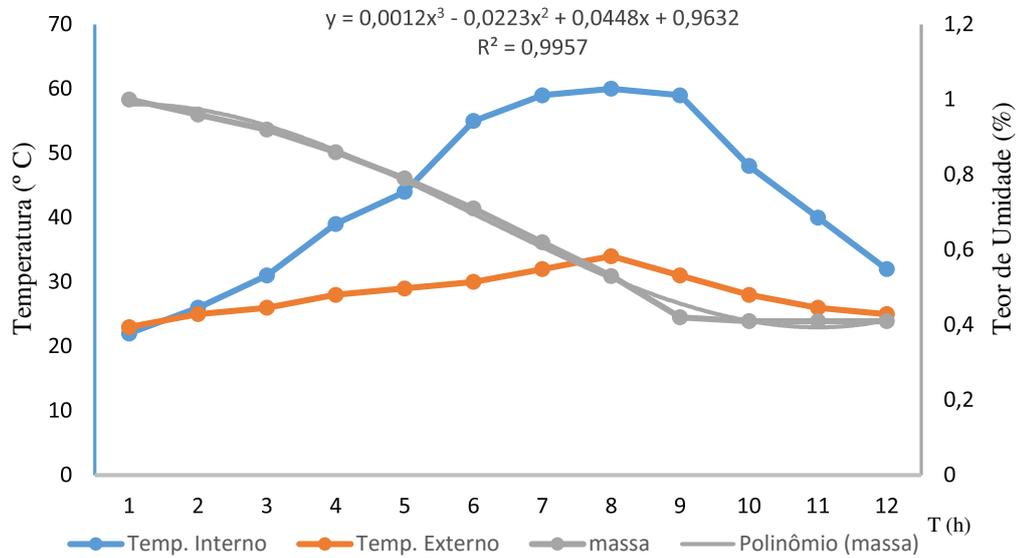
Fonte: Dados do autor.

5.2 PRODUÇÃO DA FARINHA DA CARÇAÇA DE PEIXE

A farinha foi elaborada a partir dos resíduos de tilápia, isenta de escamas, vísceras, pele, cabeça e filé. Para isso, utilizou-se 532,75 g da carcaça (290,67 g para F₁ e 242,08 g para F₂), sendo que o processo foi realizado em duplicata tendo sido obtidas as farinhas 1 (F₁) e 2 (F₂).

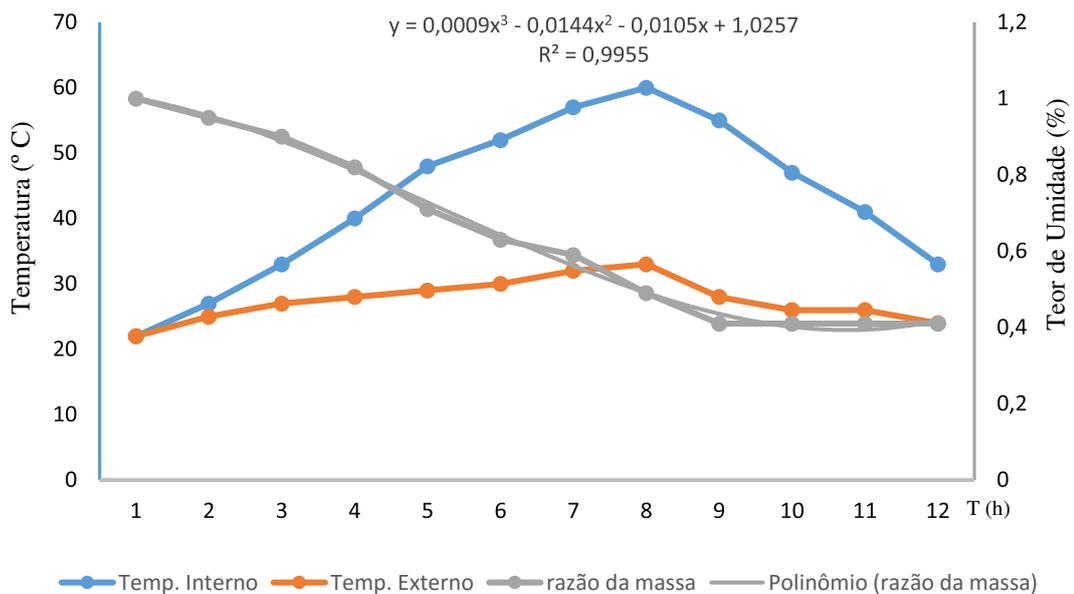
Nas figuras 10 e 11 estão representados os valores experimentais da temperatura interna no secador solar e razão da massa durante a secagem da carcaça para produção da F₁ e F₂. Para ambos os processos de secagem verificou-se que durante a desidratação das carcaças a temperatura interna no secador solar foi maior do que a temperatura no ambiente externo, obtendo-se um valor máximo de 60°C no interior, e uma média de 33,5 °C, no exterior do secador às 14 horas. Na figura 11, é mais visível a verificar o pico da temperatura máxima de 60 ° C do que em na figura 10. Observa-se que ocorre uma intensa perda de atividade de água no período das 7:00 às 14:00 horas com perda de 47 % de atividade de água sendo que às 15:00 h houve 58% de perda de atividade de água. Nesse caso o material levou 8h para atingir a condição de massa seca. Esses dados mostram que a atividade da água decresce com o aumento da temperatura e do tempo, conforme verificado na literatura (PARK e BROD, 2001; PARK *et al.*, 2014).

Figura 10 - Curva da variação da temperatura interna /externa e razão da massa na secagem dos resíduos para produção da F₁.



Fonte: Dados do autor.

Figura 11 - Curva da variação da temperatura interna /externa e razão da massa na secagem dos resíduos para produção da F₂.



Fonte: Dados do autor.

As condições do clima durante a realização dos experimentos estavam satisfatórias, a temperatura ambiente ficou em torno de 22 °C a 34°C.

Após o processo de secagem, a carcaça foi submetida as etapas de trituração e peneiração, para reduzir em tamanhos pequenos, para a elaboração da farinha. A farinha obtida apresentou rendimento aproximadamente de 62%. A farinha foi acondicionada em frascos de vidros (figura 12), e armazenada em refrigerador a 4° C.

Figura 10 - Armazenamento da farinha após termino das etapas da produção.



Fonte: Aatoria do autor.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA

A farinha deve possuir a qualidade e o valor nutricional adequados ao animal à que ela será ofertada, mesmo que em pouca quantidade. Com a variação entre as espécies de animais, a necessidade nutricional varia, porém, a dieta equilibrada é essencial para que os animais possam desenvolver as funções produtivas específicas (BELLAYER, 2001).

Os resultados para caracterização da farinha obtida da carcaça de tilápia estão registrados nas tabelas 4.

Tabela 4 - Características nutricional da farinha de peixe.

Componentes	Farinha 1 (F ₁)	Farinha 2 (F ₂)	Valores médios
Umidade (%)	8,16	9,32	8,74
Acidos Graxos (%)	3,2	3,0	3,2
Proteína (%)	43,9	42,2	43,05

Fonte: Dados do autor.

A farinha obtida apresentou percentual médio de 43,05 % de proteínas. Esses valores encontram-se mais próximos aos obtidos por RODRIGUES *et al.* (2004), que obteve percentuais de proteínas oscilando entre 55 a 70%, sendo os valores mais comuns variando entre 60 e 65%. Para OETTERER (2006), na farinha do pescado o percentual de proteína foi 60%, por meio da secagem e moagem do pescado inteiro. Essa diferença foi dividido ao uso de apenas a carcaça de tilápia isenta de escamas, vísceras, pele e cabeça. Seguram esses autores, obtiveram esse percentual de proteína pelo uso do pescado inteiro ou pescados que não atingiram o tamanho comercial.

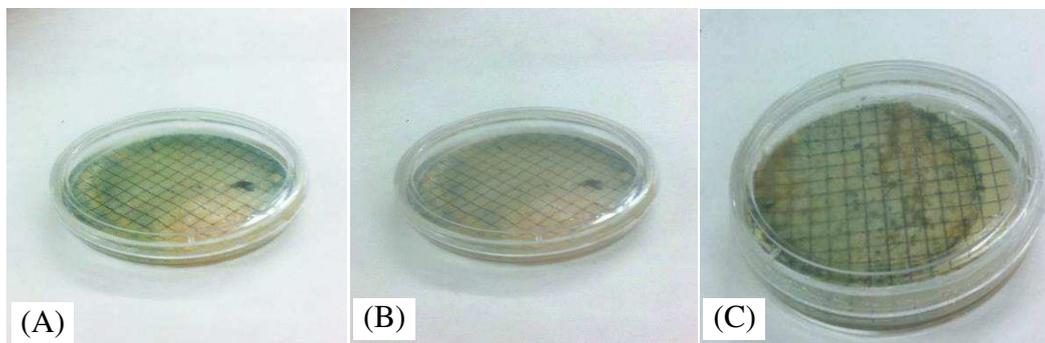
A umidade foi determinada para presumir possíveis causas de baixo ou alto rendimento no enriquecimento proteico da farinha. O teor de umidade encontrado nas farinhas F₁ e F₂, após 10 dias da produção foram 8,16 % e 9,32 % respectivamente. O valor encontrado está dentro da faixa estipulado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para farinhas, que é de 15% (Brasil, 2008). Esse valor da umidade pode ser atribuído às condições de temperatura do ambiente de armazenamento, permitindo a absorção de água durante o acondicionamento do produto.

O ácido graxo é uma fonte fundamental para a dieta dos animais, capazes de regular o metabolismo, a funcionalidade da célula e entre outros benéficos para a saúde. O teor dos ácidos graxos encontrado nas farinhas F₁ e F₂ foram de 3,2 e 3,9 % respectivamente. Na literatura os valores dos ácidos graxos encontrados na farinha do pescado variam entre 4 a 8% (RODRIGUES *et al.*, 2004; ANDERSON *et al.*, 1997). Os fatores que podem causar essa oscilação no percentual dos ácidos graxos encontrado; uso de métodos diferentes; diferença na origem da matéria-prima.

5.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Nas farinhas da carcaça da tilápia produzidas foi verificada a presença dos microrganismos recomendados na RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2008), efetuado a contagem das colônias nas placas de petri com amostras das farinhas F₁ (A), F₂ (B) e dos resíduos da tilápia (C), quanto coloração azul, cinza e vermelha conforme os grupos de coliformes; *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonitte* e *Escherichia coli*, como podem ser observados na figura 13.

Figura 11 - Imagem das placas com as amostras das farinhas F₁ (A), F₂ (B) e dos resíduos de tilápia (C).



Fonte: Autoria do autor.

Os resultados da análise estão em unidade de formação de colônias por mililitro (UFC.mL⁻¹) se refere a viabilidade de fungos ou bactérias, como pode ser observado na tabela 5.

Tabela 5 – Dados da análise Microbiológica da farinha.

Patógeno	Farinhas		
	F1	F2	Carcaça
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853 (UFC.mL ⁻¹)	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922 (UFC.mL ⁻¹)	0,7 x 10 ²	0,1 x 10 ³	0,52 x 10 ³
<i>Klebsiella pneumonitte</i> ATCC 13883 (UFC.mL ⁻¹)	0,2 x 10 ²	0,15 x 10 ³	0,27 x 10 ³
<i>Salmonella typhimurium</i> ATCC 14028 (UFC.mL ⁻¹)	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Dados do autor.

O valor obtido da *Escherichia coli* ATCC 25922 para F₁ foi de $0,7 \times 10^2$ UFC.mL⁻¹ inferior ao obtido para a F₂ de $0,1 \times 10^3$ UFC.mL⁻¹. Comportamento semelhante do patógeno *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, foi detectado nas farinhas F₁ e F₂, obtendo-se os valores de $0,2 \times 10^2$ e $0,15 \times 10^3$ UFC.mL⁻¹, respectivamente. O elevado número de patógeno $0,52 \times 10^3$ UFC.mL⁻¹ e $0,27 \times 10^3$ UFC.mL⁻¹ presentes na carcaça (matéria prima) pode ser atribuído às contaminações diversas, devido ao uso de recipientes mal sanitizados no momento dos descartes desses resíduos.

O resultado negativo para *Salmonella* e *Pseudomonas aeruginosa* e o limite baixo de *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*, representa boa qualidade microbiológica do manuseio adequado e eficiente, tanto na captura do pescado, quanto na filetagem e processamento para a obtenção da farinha (SILVA et al., 2010). A legislação internacional determina que o limite máximo de coliformes para o pescado *in natura* refrigerado a 4°C ou congelado a -18 ° C seja no máximo de 10^3 NMP.g-1 (ICMSF, 1986). Todavia, diversos autores relataram produtos elaborados com resíduos de tilápia, usualmente, encontram-se dentro dos padrões microbiológicos (MARENGONI et al., 2009; OLIVEIRA FILHO et al., 2010; STEVANATO et al., 2010).

A sanidade microbiológica da farinha de peixe depende muito do método utilizado no preparo, visto que existe elevado risco de contaminação, principalmente pelas más práticas de descarte e armazenamento não apropriados (ROCHA, 2011).

6 CONCLUSÕES

- A quantidade de resíduos descartados pelo processo de filetagem de tilápia ao longo do tempo mostrou ser uma crescente preocupação no âmbito dos impactos ambientais.
- O aproveitamento desses resíduos (carcaças) para produção de farinha, além de diminuir o grande problema de eliminação de resíduos orgânicos, matéria poluente e de difícil descarte, traz vantagens econômicas para a região, pois o aproveitamento agrega valor a estes resíduos, aos quais antes não tinham nenhum valor comercial.
- O uso de secador solar mostrou ser eficaz para a desidratação dos resíduos de tilápia para posteriores etapas da produção da farinha. Além de apresentar vantagens como baixo custo ou sem custo (material reciclados) para a construção, uso de energia solar como fonte de energia e proteção contra insetos.
- Tendo em consideração as normas básicas de boa prática, a farinha pode ser elaborada por métodos artesanais ou convencionais por pessoal não especializado.
- A forma de acondicionar a farinha deve se em frascos higienizados de preferência com tampas, para evitar a absorção de água durante o armazenamento do produto.
- A “farinha de peixe” obtida usando o secador solar, é identificada e definida como farinha de boa qualidade microbiológica do manuseio adequado e eficiência no processamento. Apresentou nos resultados das análises, um excelente valor nutritivo como componente rico em proteína, altamente energética, teor de umidade e perfil de ácidos graxos recomendável para a formulação de base da ração animal, e possibilidade de estudo em nutrição humana.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Classificação de Resíduos. Rio de Janeiro: p. 71. 2004.
- ALFARO, A. T. Effect of extraction parameters on the properties of gelatin from King weakfish (*Macrodon ancylodon*) bones. **Food Science and Technology International**, v. 15, p. 553-562, 2009.
- ALONSO, L. F. T. **Algoritmos de seleção e dimensionamento de secadores**. 172f. (Tese de doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, SP, Brasil 2001.
- ALVA, J.C.R. **Farinha de peixe e rações com proteína de origem vegetal formuladas com base na proteína ideal**: desempenho, rendimento de carcaça e análise sensorial de carne de frangos de corte. 82f. (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.
- ANDERSON, J. S. Fish meal quality assessment for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) reared in sea water. **Aquaculture Nutrition**, v. 3, p. 25-28, 1997.
- AOAC. Association Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis, 12 ed., Washington, 2000.
- Araújo, N. G.; Correia, J. L. A.; Costa, G. N. S.; Andrade, R. B.; Magnani, M.; Cavalheiro, J. M. O. Caracterização do filé de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **53º Congresso Brasileiro de Química**. Rio de Janeiro/RJ, 14 a 18 de outubro de 2013.
- ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.
- BALDWIN, E. A. “**Postharvest Biology and Technology**”, v. 17, p. 215-226, 1999.
- BARLOW, S.; PIKE, I.H. Upgrading the uses of lower species to provide a source of omega-3 fatty acids in the human diet. **Omega-3 News**. v.4, p.5-8, 1995.
- BAUER, K. **Development and optimisation of a low-temperature drying schedule for *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden in a solar-assisted timber dryer**. 2003. 178 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim, Hohenheim, 2003.
- BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: **Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal**. Campinas-SP p.167-190. 18 a 20 de abril de 2001.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens

tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura**: Brasil 2012. Brasília: MPA, 2012. 128p.

CÂNDIDO, L.M.B. **Obtenção de concentrados e hidrolisados proteicos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*):** composição, propriedades nutritivas e funcionais. (Tese de doutorado), Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos Unicamp, 1998.

CAVALLI, Suzi Barletto; SALAY, Elisabete. Segurança do alimento e recursos humanos: estudo exploratório em restaurantes comerciais dos municípios de Campinas, SP e Porto Alegre, RS. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 18, n. 126-127, p. 29-35, nov. - dez. 2001.

CAVALLI, S. B.; SALAY, E. Segurança do alimento e recursos humanos: estudo exploratório em restaurantes comerciais dos municípios de Campinas, SP e Porto Alegre, RS. *Higiene Alimentar*. V.18, n.126, p. 29-35, 2004.

COELHO, H. S.; MORANDINI, L. M. B.; SANTANA, A. M.; TERRA, N. N. Características físico-químicas do salame tipo italiano contendo couro suíno cozido. **Revista Nacional da Carne**. v. 278. ANO XXIV, 2001.

DINIZ, F.M. & MARTIN, A.M. Hidrolisado proteico de pescado In: OGAWA, M. & MAIA, E.L. **Manual de Pesca**. São Paulo: Varela, 1999.

DOYMAZ, I.; ISMAIL, O. Drying characteristics of sweet cherry. **Food and Bioproducts Processing**, Oxford, v. 89, n. 1, p. 31-38, 2011.

DUDEZ, P. Le séchage solaire à petite échelle des fruits et légumes: **Expériences et procédés**. Editions du Gret, Ministère Français de la Coopération, Paris, 1999.

ELER, M. N.; MILLANI, T.J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados à aquicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.33-44, 2007.

FUNASA. Manual Prático de Análise de Água 1 ed. p30-35. Brasília, 2009.

FARIAS, F. P. M. **Estudo Teórico da Termofluidodinâmica em Secadores Ciclônicos**. 154f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campus I – Campina Grande, PB, 2002.

FIGUEIREDO, F. R. **Princípios da Secagem de Produtos Biológicos**; Editora da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2003.

FITZSIMMONS, K. Future trends of tilapia aquaculture in the Americas. Pages 252–264 in B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. *Tilapia Aquaculture in the Americas*, Vol. 2. **The World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, United States, 2000.

FURUYA, W.M.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. Exigência de proteínas para alevino revertido de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase juvenil. **Revista Unimar**, V.18, N.2, P.307-307, 1996.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; TURNAY, J.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, M. D.; ULMO, N.; LIZARBE, M. A.; MONTERO, P. **Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study.** *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 16, n. 1, p. 25-34, 2002.

GORNALL, A. G., BARDAWILL, C. J., DAVID, M. M. **Determination of serum proteins by means of the biuret reaction.** *J. Biol. Chem.*, v. 177, p. 751-766, 1949.

GUDMUNDSSON, M. Rheological properties of fish gelatins. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 6, p. 2172-2176, 2002.

HAALAND, P. D. **Experimental design in biotechnology.** New York: Marcel Dekker Inc. ISBN 0-8247-7881-2, 1989

JÚNIOR, A. **Colina em rações para a tilápia do Nilo: desempenho produtivo e respostas hematológicas antes e após o estímulo a frio.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP, Botucatu, SP, Brasil, 2008.

KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial.** Jundiaí: edição do autor, 285p., 2000.

KUBITZA, F; CAMPOS, J. L; ONO, E. A; ISTCHUK, P. I. **Panorama da Piscicultura no Brasil Estatísticas, espécies, polos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. Parte I. Aqua Imagem Serviços em Aquicultura,** Jundiaí, SP. 2012.

LOPES, A.L.M.; CARVALHO, G.A.; MELO, G.V.; FERNANDEZ, M.A. Influência dos parâmetros ambientais no crescimento do mexilhão *Perna perna* em cultivo na enseada do Sítio Forte, Ilha Grande, RJ. **XII Semana Nacional de Oceanografia.** Disponível em: Acesso em: maio 2016.

MARTINS, R.R.; FRANCO, J.B.R.; OLIVEIRA, P.A.V.; GOMES, J.R.S.; FRANZOZI, C.D. P. Secador de grãos com uso de energia solar. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.1, p. 29-35, 2002.

MARTONE C, BORLA O, SVANCHEZ J. Fishery by-product as a nutrient source for bacteria and archaea growth media. **Bio resource technology.** 96(3):383-387; 2005.

MAREGONI, N. G.; POZZA, M. S. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D.; BUENO, G.W.; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C. **Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fish burgers de carne de tilápia mecanicamente separada.** *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.* v.10, n.1, p. 168-176, 2009.

MELLO, Anne Dal. M. et al. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças de seis a dez anos de escolas municipais de área urbana. **Revista Paulista de Pediatria**, v.28, n.1, p.48-54, 2010.

MWITHIGA, G.; OLWAL, J.O. The drying kinetics of kale (*Brassica oleracea*) in a convective hot air dryer. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.71, n.4, p.373-378, 2005.

NETO, H. J. L. “**Obtenção de tomate seco através do uso de um sistema solar alternativo de baixo custo**”; Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFRN, Natal, 2008.

NETO, J. M. S. **Otimização do enriquecimento protéico da algaroba (*Prosopis juliflora*) por meio da fermentação utilizando *Lentinus crinitus* CCIBt 2611 visando a produção de ração animal** (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Campina Grande. 63 f. Sumé, 2014.

NOGUEIRA, A. C. Criação de tilápias em tanques-rede. Salvador: SEBRAE, 2008.
OETTERER, M. Fish processing technology. **Seafood Expo Latin America 2005**. Food Ingredients. (special edition) p. 46-47, 2005.

OETTERER, M. Proteínas do pescado- processamento com intervenção proteica, In: Oetterer, M.; Regitano d’Arce, M.A.; Spoto, M.H.F. **Fundamentos da Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 1 ed. Barueri, SP: Manole, v. 1, p. 99-134, 2006.

OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; TRINDADE, M. A.; BALIEIRO, J. C. C.; VIEGAS, E. M. M. Quality of sausage elaborated using minced Nile Tilapia submitted to cold storage. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 2, p.183-190, 2010.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Essential Environmental Health Standards in health care**. Editado por John Adams, Jamie Bartram, Yves Chartier, 2008.

PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*Pyrus* sp.) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21. n.1, p. 73-77, 2001.

PENZ JR., A. M., et al. Consequência das Dietas Formuladas sem Proteínas de Origem Animal. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 2005, Santos. Anais... Campinas: FACTA, 2005, p. 249-256.

PESSATTI, M. L. Aproveitamento dos sub-produtos do pescado. Itajaí: MAPA/UNIVALI, 2001. 130p.

PLUMPTRE, R. A. The design and operation of a small solar seasoning kiln on the Equator in Uganda. **Commonwealth Forestry Review**, Abingdon, v. 46, n. 4, p. 298-309, 1967.

POPMA, T.; LOVSHIN, L. Aspectos relevantes da biologia e do cultivo das tilápias. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v.5, n.27, p.8-13, 1995.

QUEIROZ, A. J. M.; DANTAS, H. J.; FIGUEIREDO, R. M. F.; MELO, K. S. Solar drying of jack fruit almonds. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 6, p. 1150- 1161, 2011.

REIS NETO, R. V. **Avaliação genética das características morfológicas de tilápia do nilo, variedade GIFT, sob seleção para ganho em peso**. 2012. 77f. Tese (Pós-graduação em Zootecnia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

ROCHA, J. B. C.; SILVEIRA, C. S.; LEDO, C. A. S.; BARRETO, N. S. E. Composição e estabilidade de farinha de tilápia (*Oreochromis niloticus*) produzida artesanalmente para o consumo humano. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p. 215-220, outubro /dezembro, 2011.

RODRIGUES, M. S. M. et al. Aproveitamento integral do pescado com ênfase na higiene, manuseio, cortes, salga e defumação. In: **Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**, Belo Horizonte, MG. ANAIS... Belo Horizonte, 2004.

RUSTAD T. Utilization of marine by-products. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, 2 (4), 2003.

SANTINI, E. J. **Secagem de madeira serrada em estufa solar e sua comparação com os métodos convencionais**. 1981. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1981.

SOARES, F. R.; MOREJON, C. F. M. Estudo observacional da radiação solar em Toledo-PR. In anais do XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza –Ceará, SBMET 2004.

SCOTT TR, KAMUS NL, FARR AJ, JOHNSON WA. Study on simultaneous and staggered feed and water withdrawal schedules on processing factors. **Poultry Science**; 57: 116, 1978.

SCARABELOT, J. F; MICHELS, M. L. Utilização do rejeito obtido da filetagem de peixe proveniente de rizipiscicultura, caracterização e tratamento do efluente gerado neste processo. Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. Florianópolis-SC, 2009.

SHOEMAKER, R.C.; COUCHEL, J.; GALBRAITH, D.W. Characterization of somatic embryogenesis and plant regeneration in cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) **Plant Cell Reports**, v.3, p.178-181, 1986.

SILVA, A. K. M. da. **Resíduos sólidos industriais da cidade de Teresina**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Piauí. Teresina-PI, 2002.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A; SILVEIRA, NF.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos. São Paulo: Varela, 2010.

SOUZA, W.; ALVES, S.; RAMOS, D.; RODRIGUES, J.; DANUSA, G. Quantificação dos resíduos provenientes dos processos de filetagem e desfiamento de peixes, da associação de mulheres pescadoras do açude de cordeiro (MPAC). In: **I Simpósio de Biotecnologia e Bioprocessos do Semiárido**; Sumé, 2014.

STEVANATO, F. B.; COTTICA, S. M.; PETENUCCI, M. E.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Evaluation of processing, preservation and chemical and fatty acid composition of Nile tilapia waste. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 34, p. 373–383, 2010.

TACON AGJ. Feed ingredients for warm water fish. In: **Fish meal and other processed feedstuffs**. Rome: FAO, 1993. 64p. (Fisheries Circular, n.856).

TAKAHASHI, N. S. Nutrição de peixes. 2005. Disponível em: ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/nutricao_peixes.pdf. Acesso em: 29/03/2016.

VIEIRA, R.H.S. dos F. Normas e padrões microbiológicos para o pescado. In. VIEIRA, R.H.S. dos F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado**. São Paulo: Livraria Varela, 2004. Cap.16, p.203-210.

VIDOTTI R. M. e GONÇALVES, G. S. **Produção e Caracterização de Silagem, Farinha e Óleo de Tilápia e sua Utilização na Alimentação Animal**. Artigo. Disponível em: <www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em: fevereiro de 2016.

WATANABE, W.O. Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trend, and challenges. **Reviews in Fisheries Science**, v.10, p.465-498, 2002.

WINDSOR, M. & BARLOW, S. Introducción a los Subproductos de Pesquería. Zaragoza: Acríbia, 1984.

ZAGO, A. **Análise parasitológica e microbiológica de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques -rede no reservatório de Água Vermelha -SP e suas inter-relações com as variáveis limnológicas e fase de criação**. Dissertação (Pós-graduação em Ciências Biológicas) –Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 69f, 2012.

ZHOU, P.; REGENSTEIN, J. M. Comparison gel desserts from fish skin and pork gelatins using instrumental measurements. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 72, n. 4, p. C196-C201, 2007.