TECNOLOGIAS PARA O APROVEITAMENTO INTEGRAL DE PESCADOS

Rose Meire Vidotti* e Giovani Sampaio Gonçalves

*APTA Regional Pólo Centro Norte – UPD de São José do Rio Preto
Rodovia Washington Luiz Km 445, CP: 1013 CEP: 12025-970
São José do Rio Preto – SP Telefone: (17) 3233 1500
Email: rosevi@pesca.sp.gov.br

1. Introdução

O aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, porque a sua taxa de geração é bem maior que a taxa de degradação. Contudo, devido a implantação de leis ambientais mais severas, que valorizam o gerenciamento ambiental, tem havido uma conscientização gradual dos efeitos nocivos provocados pelo despejo continuo de resíduos sólidos e líquidos no meio ambiente (Fiori, et al 2008). Os resíduos de pescado são gerados pelas cadeias aquícolas e da pesca extrativa, estes estão presentes em todas as etapas das cadeias. Nas cadias produtivas os resíduos são gerados desde a produção, passando pelo processamento e na comercialização, o mesmo ocorre na pesca, onde os resíduos vão desde a fauna acompanhante até a comercialização tanto no atacado como no varejo.

Sendo assim, a utilização dos resíduo de peixes pescado para obtenção de novos produtos deve ser realizada de forma correta possibilitando um aumento da receita e contribuindo para preservação ambiental. A definição da tecnologia a ser empregada para o aproveitamento desses resíduos será definida pelas caracteristícas quantitativas, qualitativas e comerciais dos produtos obtidos.

O rendimento de carcaça dos peixes varia em função de alguns fatores como: espécie, tamanho de abate, sexo, tipo de corte, época de abate, destreza do filetador, dentre outros. Os rendimentos são calculados em porcentagem em relação ao peso dos animais inteiros. Na Tabela 1 estão apresentados os rendimentos de carcaças de algumas espécies de peixes com diferentes cortes.

Tabela 1: Rendimento de carcaça de diferentes corte de dez espécies de peixes.

Espécie	Peso (g)	Eviscerado (%)	Filé s/ pele (%)	Cabeça (%)
Tilápia do Nilo	300-500	89,05-91,31	36,50-36,84	14,29-13,13
Tilápia Vermelha	250-550	-	28,85	18,14
Pacu	3000	-	52,70	-
Matrinxã	400-700	90,41-90,84	38,57-39,99	12,36-14,64
Piracanjuba	600-1.600	-	40,55	-
Truta Arco-íris	300-440	81,24-83,00	45,29-47,10	11,11-13,27
Curimbatá	250	-	50,20	13,70
Traíra	630	-	47,50	18,10
Bagre Africano	1.200	90,75	37,80	23,26
Bagre Americano	600-700	90,38	32,78	24,92
Aruanã	1.005-1.640	-	29,15	-
Pirarucu	-	-	>55,00	-
Mapará	510-631	-	53,04	-

Fontes: Macedo-Viegas e Souza 2002; Costa et al., 2006.

2. Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos

Os resíduos podem ser basicamente divididos em dois grupos, um destinado à produção animal/vegetal e o outro para uso na alimentação humana. O primeiro grupo seria composto pelos resíduos não adequados para a elaboração de produtos de valor agregado destinados à alimentação humana (vísceras, escamas e o esqueleto incluindo a cabeça). Estes resíduos geralmente são descartados ou utilizados na produção de farinhas, óleos, silagens e compostagens de peixes, destinados à alimentação animal e/ou como fertilizantes.

Assim como o rendimento de carcaça, a quantidade dos resíduo também variam em função de alguns fatores: espécie, tipo de corte, tamanho de cabeça, peso do peixe, sistema de criação, entre outros. Quanto as caracteristicas qualitativas, a principal variação é o acumulo de gordura visceral. Os peixes criados mais intesivamente vão produzir um acumulo de gordura visceral maior que os criados em sistemas semiextensivos, extensivos ou os capturados na natureza. Na Tabela 2 estão apresentados o rendimento em filé e os resíduos gerados na filetagem de tilápias em relação ao peso de abate.

Tabela 2. Caracteristicas quantitativas dos filés e dos diferentes resíduos da filetagem de tilápias em relação ao peso médio de abate.

Produtos	Peso Médio 901g	Peso Médio 703g
Filé (%)	33,95	31,57
Cabeça + Vísceras (%)	37,28	36,64
Carcaça (%)	19,23	19,69
Escamas (%)	4,39	5,38
Pele (%)	5,36	5,92
Corte “v” (%)	0,76	0,80
Resíduos Totais (%)	67,02	68,43

Na Tabela 3 estão apresentados a composição centesimal de resíduos do processamento (sem vísceras) de tilápias criadas em tanques rede com peso médio de abate de 500g (RT_TRP); resíduos do processamento de tilápias criadas em sistemas semiextensivos utilizando tanques escavados, com peso médio de abate de 500g (RT_TE); descartes da comercialização de peixes inteiros de água doce (DC_AD); descartes da comercialização de peixes inteiros de água salgada (DC_AS); resíduos do processamento do peixe sapo oriundo de pesca extrativa marinha (RS_PE) e resíduos de tilápias criadas tanques rede com peso médio de abate de 900g (RT_TRG).

Tabela 3. Composição centesimal dos diferentes resíduos.

Matérias primas	Umidade (%)	Proteína (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)
RT_TRP	61,96	13,51	15,72	3,42
RT_TE	60,68	12,66	18,88	6,07
DC_AD	64,54	17,68	14,89	3,19
DC_AS	71,38	23,04	1,68	5,01
RS_PE	90,84	5,89	0,07	2,33
RT_TRG	53,21	17,78	21,50	5,11

O segundo grupo inclui os resíduos que podem ser submetidos a processos para a obtenção de matéria-prima destinados a elaboração de produtos de valor agregado (empanados, embutidos, entre outros) para uso na alimentação humana. O principal resíduo usado para esta finalidade é a carcaça com carne aderida após a retirada do filé, além das aparas obtidas durante a toilete dos filés de tilápia. A composição centesimal das carnes mecanicamente separadas, variam dentre outros fatores em função da espécie (Tabelas 4 e 5) e do peso de abate dos peixes (Tabela 5)

Tabela 4. Composição centesimal de resíduos carne mecanicamente separada (CMS) de tilápias.

Nutrientes	CMS
Umidade (%)	73,00
Proteína Bruta (%)	15,87
Gordura (%)	10,23
Cinzas (%)	1,17

Tabela 5 Composição centesimal da CMS obtida de pacus em diferentes classes de peso ultivados em tanques-rede no Reservatório de Itaipu.

Nutrientes	Classes de Pesos (g)						
(%)	400	600	800	1000	1200	1400	1600
Umidade	68,91	66,52	64,77	57,10	59,24	60,03	60,92
Proteína Bruta	16,06	17,33	16,26	18,71	17,96	17,23	17,85
Gordura	13,90	15,57	16,43	22,17	19,17	18,13	16,22
Cinzas	1,28	1,16	1,13	1,62	1,51	1,46	1,57

Os resultados apresentados na Tabela 5, foram obtidos pelo Grupo de Estudos em Aquicultura da Universidade Estadual de Toledo – PR, sendo o objetivo produzir pacu em tanques-rede para obtenção de carne mecanicamente separada, para elaboração de produtos a serem introduzidos na merenda escolar. A extração da carne mecanicamente é obtida através da passagem do pacu “tronco limpo” (Figura 1), essa extração permite a trituração das espinhas em “Y” contidas na carne desta espécie.

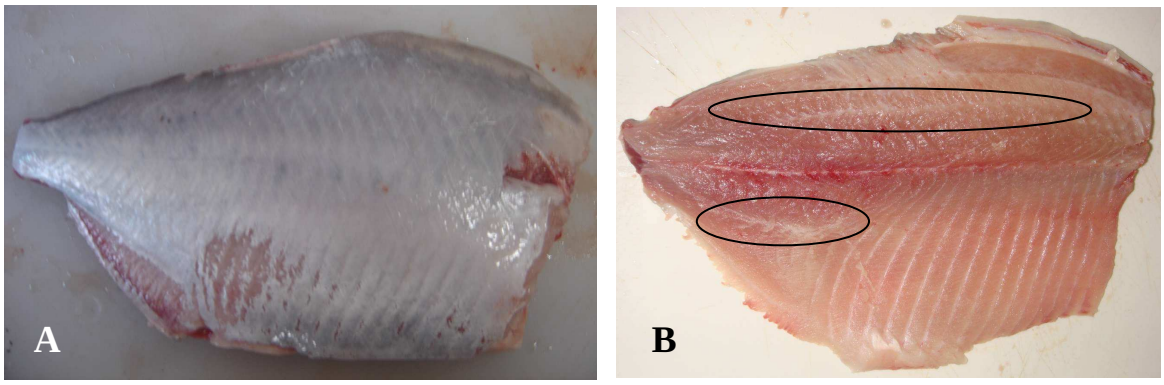


Figura 1. Corte do pacu “tronco limpo” (A); Banda de pacu destacadas as linhas de espinhas em “Y” (B).

3. Obtenção de carnes mecanicamente separadas

3.1. Carnes mecanicamente separadas (CMS)

O abate e processamento dos peixes destinados a produção de CMS deve levar consideração medidas higiênicas e sanitárias que envolvem a natureza dos equipamentos e utensílios utilizados, procedimentos de lavagens e sanitizações, e comportamento adequado dos manipulares entre outros aspectos relacionados às Boas Práticas de Fabricação de Alimentos. Entretanto para a obtenção de um produto de qualidade é necessário uma série de cuidados e manejos que se iniciam ainda no campo, de forma a garantir que a despesca ocorra sem demoras desnecessárias e que o peixe, quando transportado vivo até a unidade de beneficiamento, tenha condições adequadas de transporte (água limpa, oxigenação, etc.) e manutenção nos tanques de depuração da unidade de beneficiamento. No caso do peixe chegar abatido na unidade de beneficiamento, é necessário garantir um suprimento adequado de gelo e que o mesmo seja distribuído de forma adequada, intercalando-se camadas de peixes com camadas de gelo, ressaltando que o gelo utilizado deve ser de boa qualidade.

Nas duas situações é necessário que a alimentação dos peixes seja suspensa 24 horas antes da realização da despesca, de forma a favorecer o esvaziamento do trato digestório dos animais. Antes da produção da CMS faz-se necessária a evisceração, retirada da cabeça e pele dos peixes obtendo o “tronco limpo”, assim como a carne mecanicamente separada obtida do processamento das carcaças, retirando-se a carne aderida nos ossos após a filetagem, devem ser lavados para a retirada dos resíduos de sangue. Para este processamento existem alguns equipamentos que adotam diferentes sistemas para a separação da carne. A seguir apresentaremos equipamentos que adotam diferentes sistemas: facas (SF) ou cinto cilindro (CC).

O equipamento dotado de sistema de facas (SF) é constituido de uma rosca sem fim que pressiona a carcaça contra um conjunto de lâminas com fendas milimétricas (Figura 2). Para equipamentos que utilizam este sistema é necessária a retirada das nadadeiras, pois os pigmentos destas conferem características de aparência e cor insatisfatórias.



Figura 2. Sistema de facas (SF).

A extração de CMS, nas indústrias de filetagem de grande porte com o equipamento que utiliza o sistema SF, com capacidade para o processamento de 250 a 500kg de carcaça por hora torna-se inviável, em função do volume de carcaças, dada a necessidade da retirada das nadadeiras. Sendo assim, para indústrias deste porte, recomenda-se desossadoras que utilizam o sistema de cinto-cilindro (CC), no qual as carcaças são pressionadas por um cinto de borracha contra um cilindro perfurado (Figura 3).

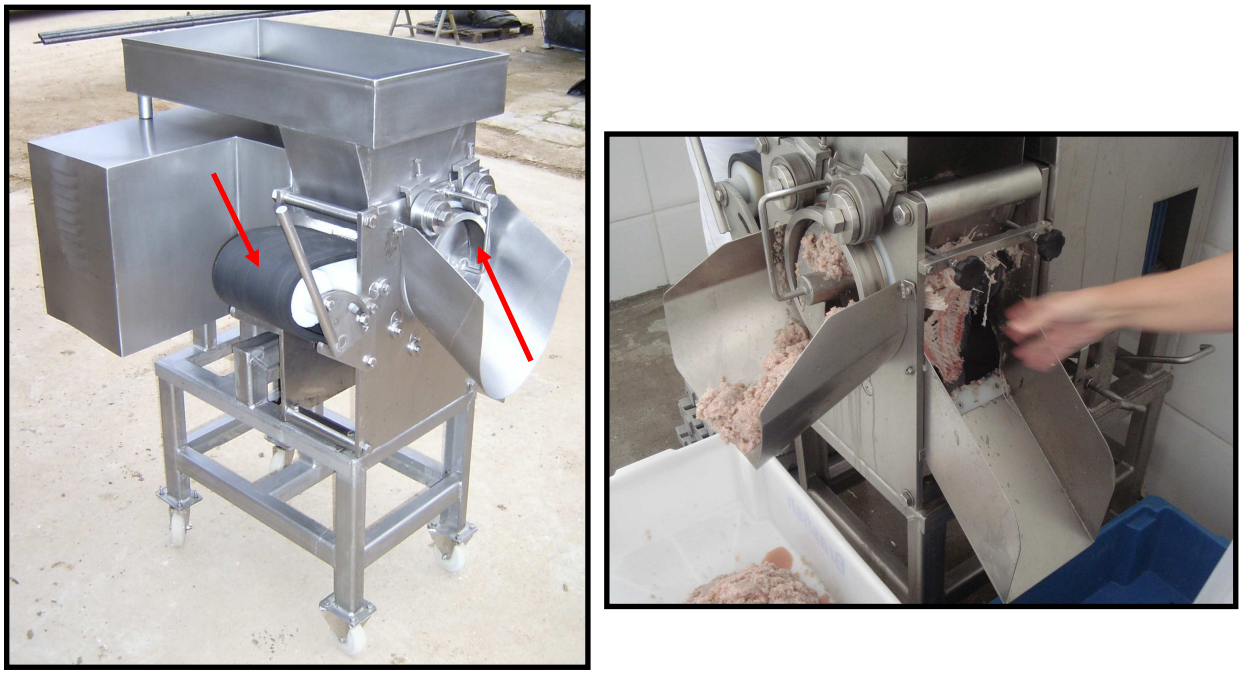
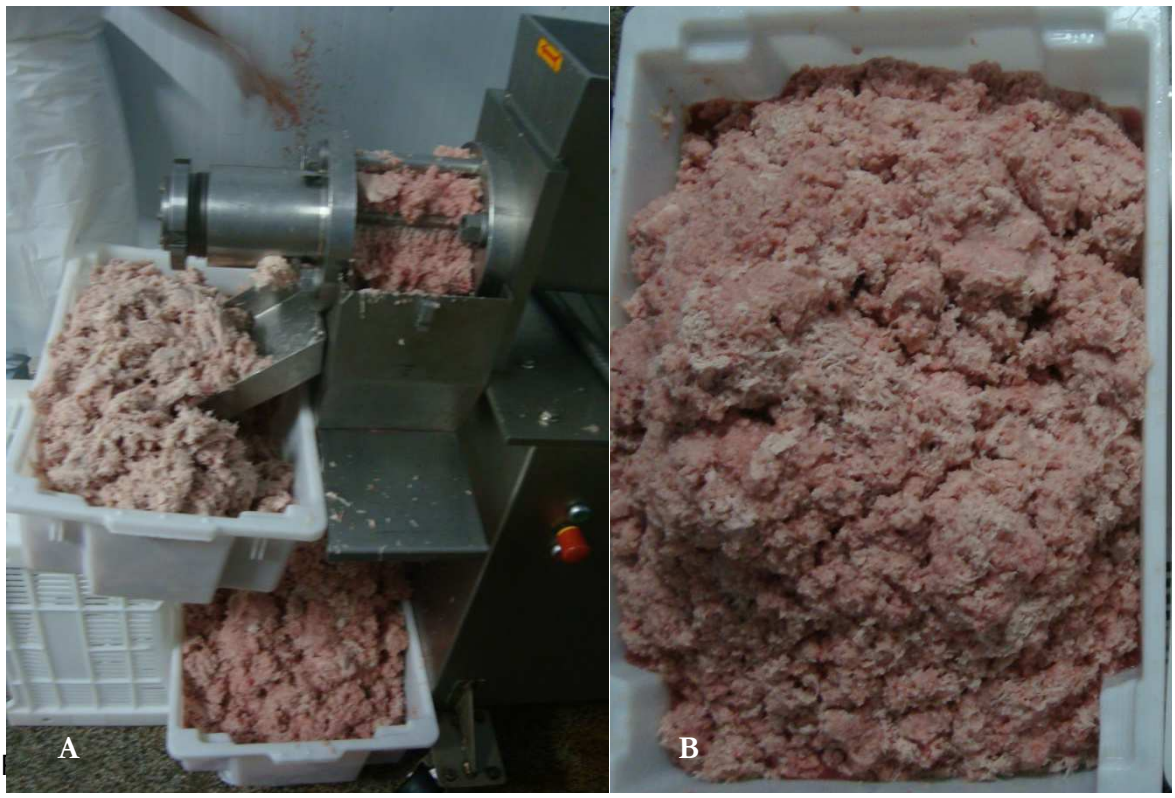


Figura 3. Sistema cinto cilindro (CC).

As carnes mecanicamente separadas se tornam matérias primas para obtenção de vários produtos para consumo humano. Estes produtos são obtidos após o processamento que pode ser manual ou mecanizado dependo do volume dessas matérias primas.

Entretanto, os filés de pacu apresentam duas fileiras de espinhas em “Y” (Figura 1 B), uma alternativa para o uso da carne de pacu sem o inconveniente das espinhas em “Y” é o processamento na forma de CMS.

Condições adequadas de manejo pré abate, abate e processamento em garantem matéria prima de boa qualidade para a produção de CMS. Após o processamento do “tronco limpo” em máquina desossadora obtêm-se uma massa homogênea de carne separada dos ossos e espinhas em “Y” (Figura 4 A e B).



O processamento do tronco limpo de pacu em diferentes classes de peso para a produção de CMS apresenta rendimentos variáveis, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Dados de rendimento percentual médio de obtenção de carne mecanicamente separada (CMS) e resíduos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) em diferentes classes de peso.

RENDIMENTO	Classes de Peso (g)						
(%)	400	600	800	1000	1200	1400	1600
CMS	74,92	84,54	82,39	73,28	73,45	71,90	71,91
RESÍDUO	21,44	13,17	16,43	26,92	25,35	26,04	26,73

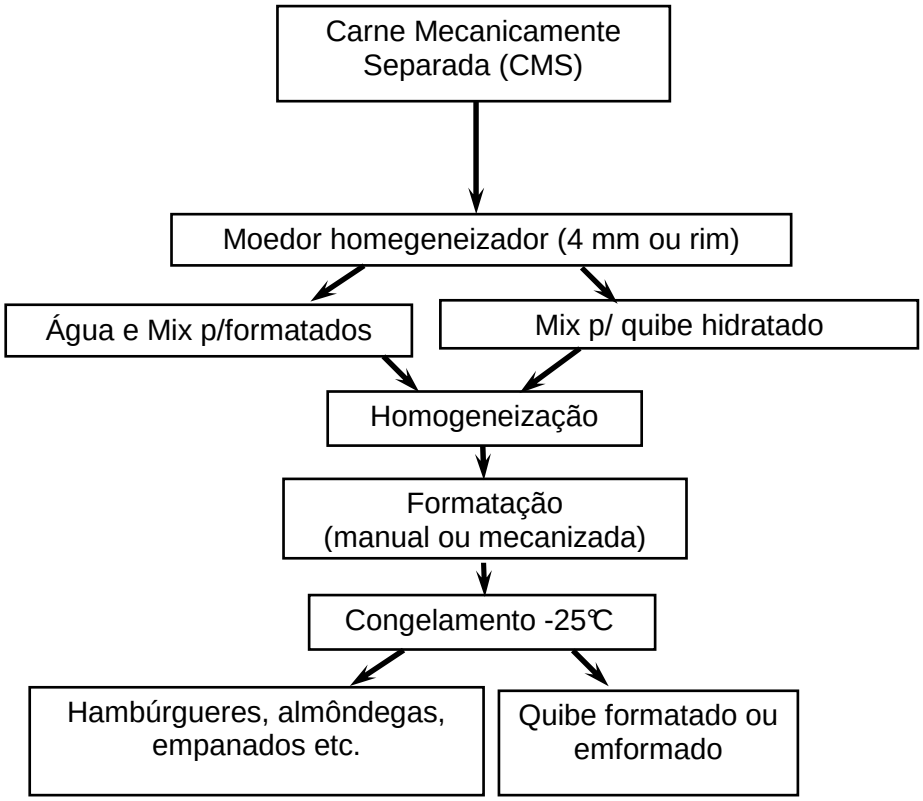
Dentre as sete classes de peso avaliadas os melhores rendimentos de CMS foram dos peixes com peso variando entre 600 a 800 gramas, consequentemente, os menores percentuais de resíduos são demonstrados nas classes de 600 a 800 gramas.

3.2. Processamento das CMS

O Fluxograma 1, apresenta as etapas do processamento dessas carnes.

A mistura denomida de “Extender”, que é adicionado a matéria-prima para a produção de almôndegas, hamburgueres, steak, etc. é um produto farináceo que contém antioxidantes, concentrado protéico, farelo de trigo, aromatizantes, dentre outros que são comumente utilizados em CMS de outras espécies animais, como suínos e aves. O Mix para quibe, que avaliamos, foi desenvolvido especialmente para as CMS obtidas na indústria de filetagem de tilápias.

Para obtenção dos formatados é necessário, a continuidade das etapas de processamento, como formatação, empanamento e préfritura. Estas etapas também podem ser mecanizadas ou manual, dependeno do volume gerado dessas matérias primas.



Fluxograma 1. Etapas do processamento das CMS.

Os aditivos como o extender e/ou o mix podem ser industrializados ou produzidos artesanalmente. O extender pode ser produzido com a seguinte composição: 4 partes de proteína de soja desidratada; 2 partes de fécula de mandioca; 1 parte de condimentos (alho, cebola e orégano desidratado) e 1 parte de sal. O mix para quibe pode ser produzido com seguinte composição: 500g de trigo para quibe; 50g de sal; 50g de hortelã desidratada; 25g de alho, cebola e orégano desidratada.



Figura 5. Nugets préfrito e steak sem préfritura.



Figura 6. Hamburguer, quibe assado, almondêgas e quibe frito.

4. Tecnologia para a produção de farinha e óleo.

A Unidade de Beneficiamento para a produção de farinha e óleo tem área construída de 300 m^2. As instalações construidas para a produção da farinha e óleo de tilápia estão apresentadas na Figura 7. As instalações são de estrutura metálica e meia parede, com piso em concreto duro para suportar os equipamentos e cobertura com telha metálica.

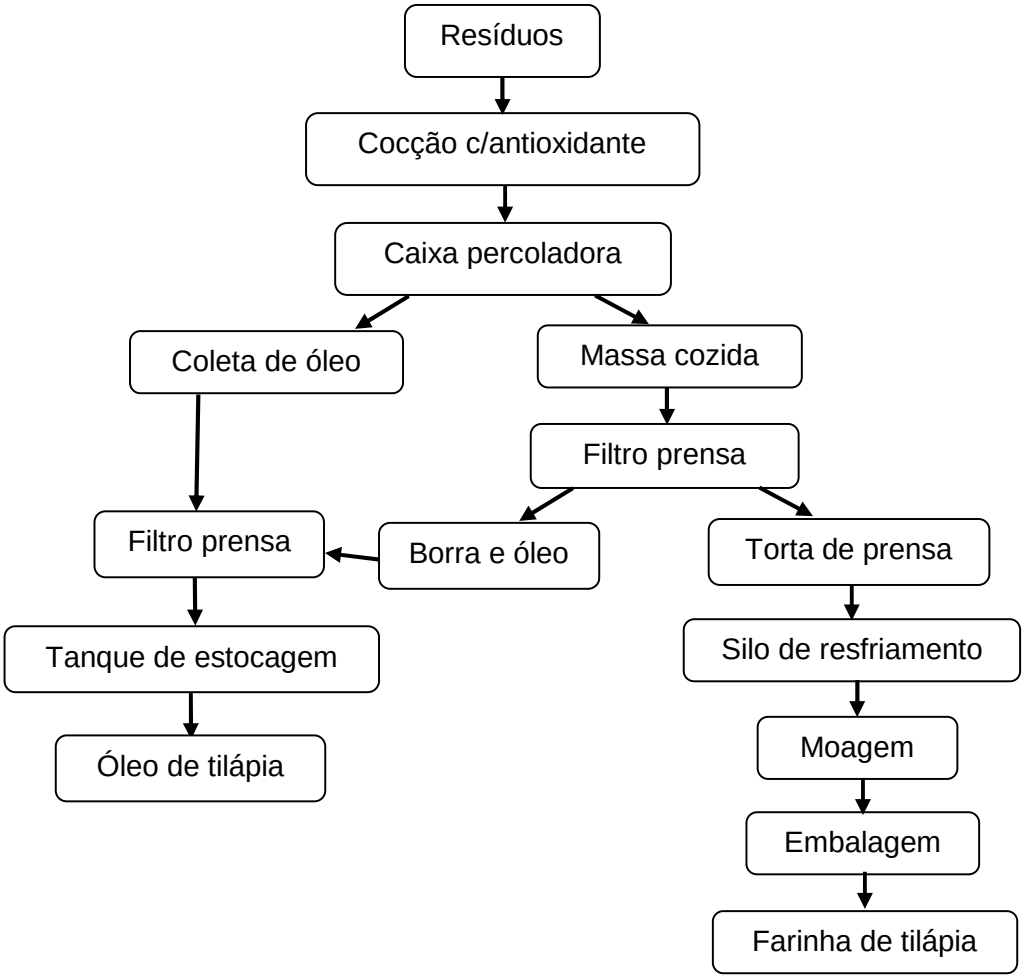


Figura 7. Instalações da UB para obtenção de farinha e óleo de tilápia.

Para a produção de farinha e óleo, foram utilizados os resíduos provenientes do processamento de tilápias, sendo esse resíduo composto por: carcaça com vísceras, cabeça, nadadeiras, escamas, corte em “v” e aparas da toalete do filé (Figura 8), seguindo a metodologia de produção segundo Vidotti e Gonçalves (2006). As etapas do processo de obtenção da farinha e óleo estão apresentadas no Fluxograma 2.



Figura 8. Resíduos de tilápias utilizados para a produção e farinha e óleo.



Fluxograma 2. Etapas do processamento da farinha e óleo de tilápia.

O resíduo é escoado por esteira, despejado e acumulado no tanque de coleta durante o período de filetagem, sendo este mantido resfriado com a utilização de gelo. Ao final do dia, o excesso de água proveniente do gelo e também da água contida na própria carcaça, é drenada e coletada em local apropriado. Após a retirada da água em excesso, o resíduo é transportado do frigorífico para a UB de produção de farinha e óleo. A drenagem do excesso de água é necessária para acelerar o processo de secagem, melhorando a qualidade dos produtos. Ao chegar na UB os resíduos são processados imediatamente, evitando que estes entrem em processo de deterioração.

4.1. Caracterização da qualidade da farinha e óleo de tilápia

Após o acompanhamento do sistema de processamento de farinha e óleo de resíduo de tilápia, foi possível confirmar a viabilidade técnica na produção desses dois subprodutos, sendo os equipamentos, metodologia e local de produção adequados para a obtenção de um produto padronizado e com qualidade para ser utilizado na alimentação animal.

Com relação aos equipamentos instalados, toda a necessidade de processamento foi cumprida, sendo o processamento realizado dentro dos padrões já avaliados por Vidotti e Gonçalves (2006) com o processamento do mesmo resíduo em local diferente. Dentre os pontos a serem destacados, vale ressaltar o aumento no tempo de cocção (3 horas), quando comparado ao tempo já observado por Vidotti e Gonçalves (2006) o qual foi de 1 h e 30 minutos, tal fato está relacionado ao tamanho do digestor utilizado, de 3.000L, que aumentou o tempo de processamento.

A produção de farinha e óleo a partir do resíduo de abatedouro de tilápia está diretamente ligada ao tipo, qualidade e quantidade de água ainda presente no resíduo. Destaca-se a necessidade de controle adequado no armazenamento do resíduo, ao longo do dia, evitando possíveis contaminações e presença de moscas. Ressalta-se ainda que, nenhum outro tipo de resíduo que não seja a carcaça, vísceras, cabeça e escama, devem ser misturados ao produto destinado à fabricação de farinha e óleo, tais como água utilizada internamente no frigorífico (efluente), gorduras retiradas de caixas de sedimentação, ou até mesmo peixes mortos que estejam em más condições de processamento.

A proporção média obtida é de 28%, sendo estes valores possíveis de alteração em função da umidade em que o resíduo vai para o processamento, peso dos peixes abatidos, tempo de processamento e prensa para extração do óleo. Após o processamento, os percentuais de aproveitamento do resíduo para a produção de farinha e óleo de tilápia, estão relacionados principalmente ao tamanho do peixe. Foi observado que resíduos obtidos de peixes com peso de abate entre 600 a 750g geram resíduos com menor nível de gordura devido à menor deposição na carcaça. Por outro lado, peixes acima de 800g possuem carcaças com maior deposição de gordura visceral, refletindo na produção final e apresentando um maior percentual de óleo quando comparado ao processamento do resíduo de peixes menores.

Os resíduos obtidos de peixes com peso de abate de até 750g produzem em média 75% de farinha e 25% de óleo, enquanto peixes acima de 800g podem gerar um percentual de 65% de farinha e 35% de óleo.

As características de qualidade das farinhas e óleos de tilápia variam em função da matéria-prima utilizada, do controle de qualidade no processamento, das formas de proteção contra oxidação de gorduras e armazenamento. Para o processamento do resíduo torna-se indispensável a utilização de antioxidantes para produtos de origem animal, recomendando-se sua dosagem de acordo com o principio ativo e fabricante que nesse estudo foi de 500g de antioxidante para cada 1.500kg de resíduo úmido. A mesma dosagem pode ser aplicada posteriormente ao processo de secagem (farinha e óleo já prontos), de forma a prevenir e manter uma melhor qualidade do produto caso venha a ser estocado ou comercializado.

Na Tabela 7 está apresentada a composição centesimal e o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta da farinha de tilápia.

Tabela 7. Composição centesimal da farinha de tilápia e coeficiente de digestibilidade aparente da proteína.

Parâmetros	Valores
Índice de Acidez (Mg NaOH/g)	1,47 ± 0,17
Umidade (%)	5,48 ± 0,74
Cálcio (%)	7,80 ± 0,40
Fósforo (%)	3,74 ± 0,19
Matéria mineral (%)	22,22 ± 0,55
Extrato Etéreo (%)	9,92 ± 0,57
Proteína Bruta (%)	59,09 ± 0,69
CDAPB* (%)	89,55 ± 1,23

* Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína para a tilápia.

5. Curtimento de peles

Entre os resíduos citados está a pele que corresponde de 4,8 a 8,5% do peso do peixe. Para aproveitá-la pode-se fazer o curtimento, técnica já realizada com a pele de outros animais (Souza, 2004). A pele de peixe é um produto de alta qualidade, resistência e de característica peculiar, devido à presença das lamélulas, local onde as escamas estão inseridas dando a este produto uma característica única (Boscolo e Feiden, 2007).

O processo de cutimento transforma a pele em material inerte, utilizado na confecção de produtos para vestuário, como roupas, sapatos, bolsa e também para produção de móveis, bijuterias, entre outros. A qualidade do couro envolve vários fatores na produção desse produto, como o tamanho e espécie do peixe, o método de conservação (Figura 9 A e B,) espessura da pele, as técnicas e produtos envolvidos na produção do couro.

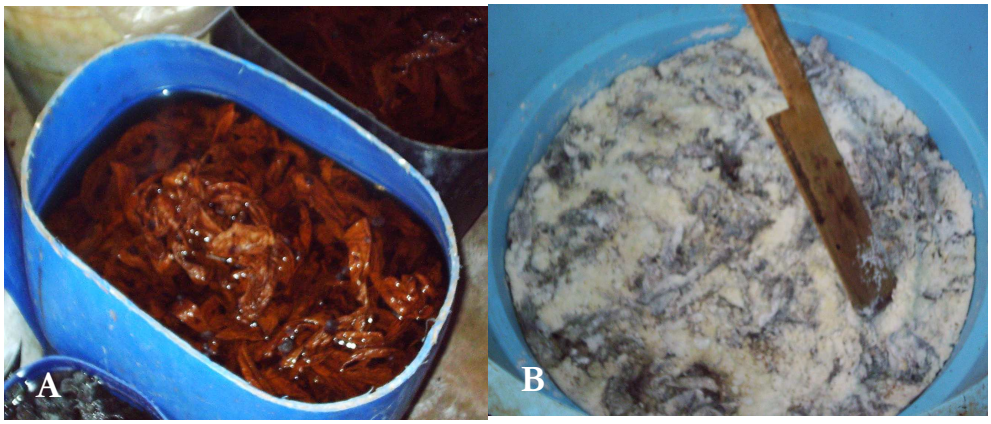


Figura 9. Peles de peixes conservadas em ácido (A); conservadas salgadas (B).

No caso de curtumes de pele de peixes, as etapas pelas quais as peles passam durante o curtimento são: remolho, descarne, caleiro, desencalagem, purga, píquel, curtimento, neutralização, recurtimento, tingimento, engraxe e acabamento. Em todas as etapas são utilizados produtos químicos que alteram o pH e outras características físico-químicas da água utilizada no processo (Boscolo e Feiden, 2007). O processo de confecção do couro de peixes leva em média três dias para se obter o produto pronto. Depois da descamação e do descarne a pele é colocada no fulão, onde são realizadas as etapas que utilizam diversos produtos químicos.

Desde o remolho ao engraxe são utilizadas diferentes substâncias gerando 9 tipos de efluentes, uma vez que entre cada etapa as peles são lavadas, exceto entre o píquel e o curtimento e entre o recurtimento e tingimento, gerando um único efluente. A etapa de acabamento consiste em secar, passar impermeabilizar e envernizar o couro.

O descarne é a primeira etapa, onde se retira a carne aderida à pele restante do processo de filetagem, esta geralmente é realizada fora do curtume. Após o descarne a pele é colocada no fulão (Figura 10), equipamento utilizado da etapa de remolho até o engraxe. Após o engraxe a pele é encaminhada para a sala de secagem (Figura 11 A), depois é passada e impermeabilizada (Figura 11 B).

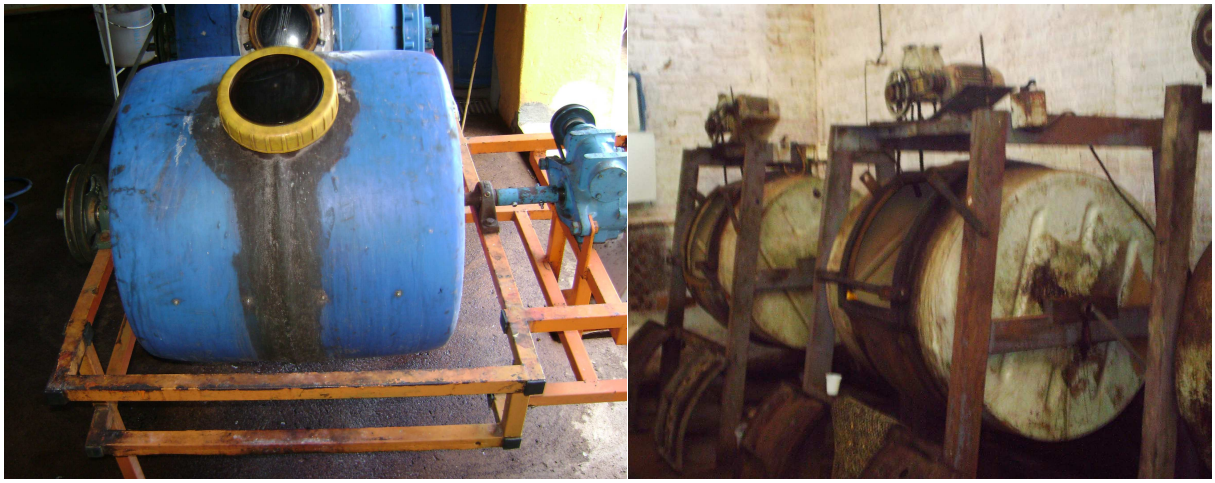


Figura 10: Fulões utilizados no processamento de peles de peixes.



Figura 11: Sala de secagem de peles de tilápia (A); Peles de tilápia passadas e impermeabilizadas (B).

No processamento de peles utiliza-se grande quantidade de produtos químicos em seu processo de confecção. A maioria dos curtumes brasileiros utiliza o cromo como agente curtente. No entanto existem vários tipos de curtente como: os naturais, à base de tanino vegetal, tanino sintético, ou ainda à base de alumínio (Boscolo e Feiden, 2007; Souza, 2004).

Os curtentes naturais são encontrados em vegetais ricos em tanino, que podem estar nas cascas, raízes, folhas e frutos. As principais espécies utilizadas são o angico, o quebracho, mimosa e acácia negra (Boscolo e Feiden, 2007). No presente estudo o curtente utilizado foi o extrato de acácia negra, devido ao menor impacto ambiental em comparação com o agente mais utilizado (cromo). Os couros de peixes são comercializados individuais, em mantas para confecção de artefatos de vestuário assim como móveis e objetos (Figura 12).

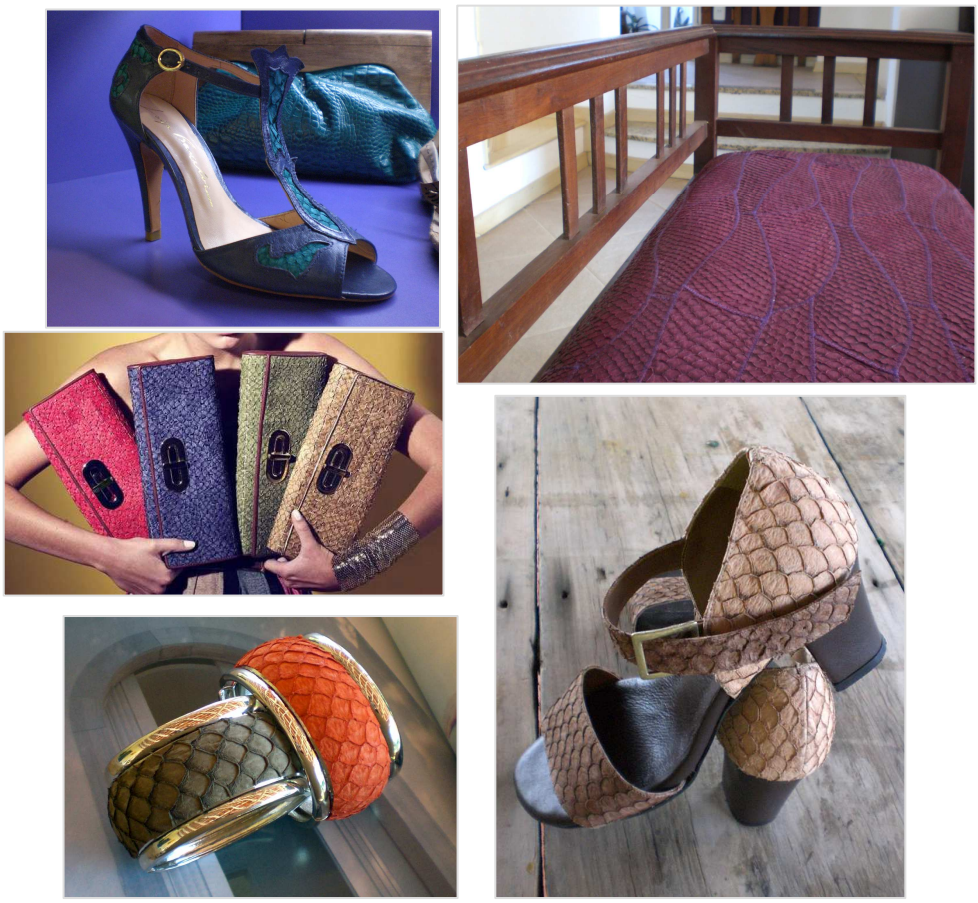


Figura 12. Artefatos em couro de peixe.

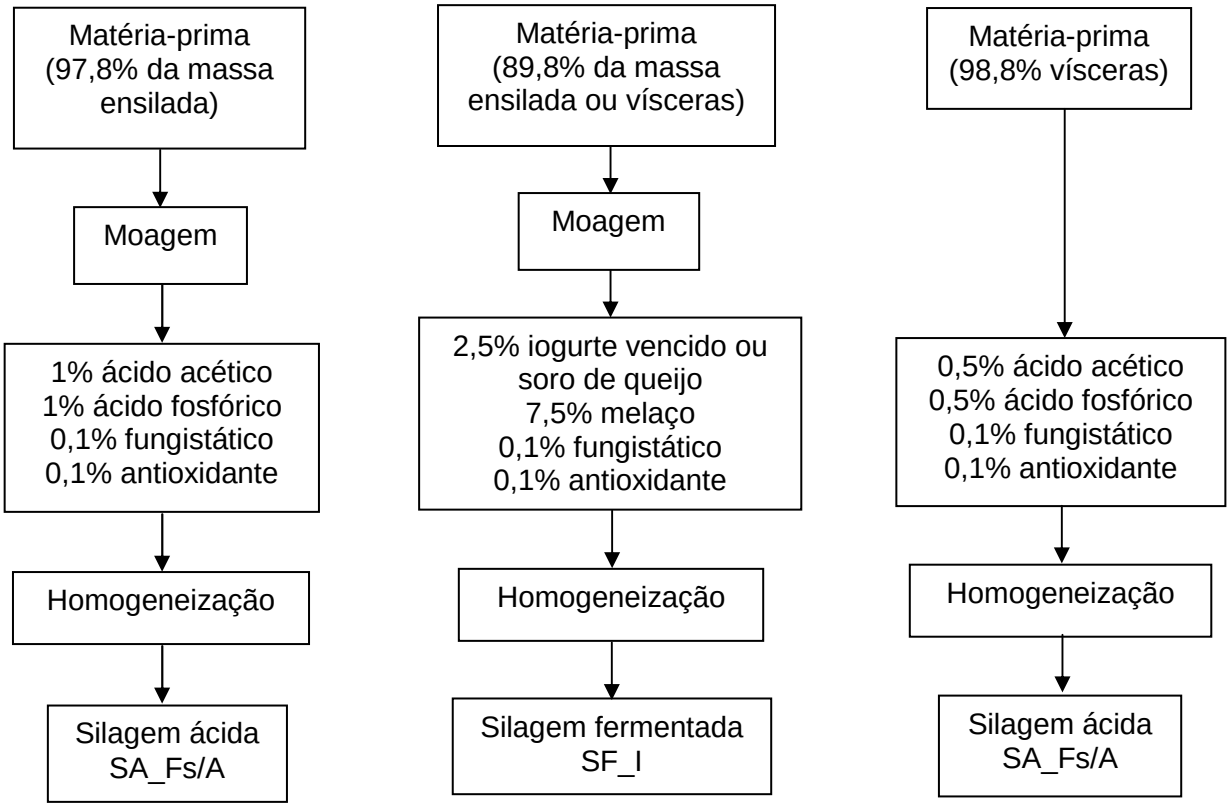
6. Produção de silagens de peixes

A silagem de peixe é uma das formas de aproveitamento dos resíduos da produção, industrialização e comercialização. A tecnologia de obtenção da silagem de peixe é simples e não implica na utilização de maquinários específicos, pois necessita apenas de um triturador, agitador e recipientes de plástico (silo) não exigindo mão-de-obra especializada. Destaca-se ainda o fato de não exalar odores degradáveis, que poluem o ar. O produto não atrai insetos, como moscas, em função dos odores ácidos, e não apresentam problemas em relação a alguns patógenos, como as salmonelas.

Duas metodologias básicas podem ser utilizadas na obtenção de ensilado de peixes: a) adição de ácidos minerais ou orgânicos, tais como: fórmico, sulfúrico, clorídrico, propiônico, acético, fosfórico, etc., b) empregando microorganismos produtores de ácido lático juntamente com uma fonte de carboidratos. Esse produto pode ser elaborado com diferentes resíduos de pescados, fontes de carboidratos e microorganismos produtores de ácido lático.

O Fluxograma 3, apresenta formulações de silagens ácidas e fermentadas. Para as silagens ácidas, utilizou-se a combinação dos ácidos acético (orgânico) e fosfórico (inorgânico). Para as silagens fermentadas, utilizou-se como fonte de carboidrato o melaço

de cana-de-açúcar e duas fontes de microorganismos (iogurte vencido e soro de queijo). Os dois processos utilizaram os insumos para a preservação da qualidade (fungistático e antioxidante).



Fluxograma 3. Etapas da produção de silagens ácida e fermentadas.

As silagens ácidas e fermentadas mantêm as características de composição dos resíduos que as originou, e as características organolépticas (cor, cheiro e aparência) variam tanto em função do resíduo como do tipo de processamento utilizado (digestão ácida ou fermentação).

A Figura 14 ilustra o processamento das silagens ácida e fermentada, obtidas a partir dos resíduos da filetagem de tilápias. Esse resíduo era constituido de cabeça, carcaça e vísceras, a aparência da silagem ácida é mais liquefeita e a fermentada pastosa; o cheiro da silagem ácida é avinagrado enquanto da fermentada este é adocicado, devido a utilização do melaço de cana de açúcar e a cor também difere em função dos ingredientes utilizados na produção.



Figura 14. Produção das silagens ácida e fermentada com resíduos da filetagem de tilápias.

As silagens de resíduos da piscicultura podem ser utilizadas na alimentação animal de suínos, aves e animais aquáticos. Para animais aquáticos, deve ser utilizada em rações balanceadas, extrusadas ou peletizadas.

7. Produção de composto orgânico

Define-se compostagem como um processo biológico, aeróbio, controlado, por meio do qual se consegue a humificação do material orgânico obtendo-se, como produto final, o "composto orgânico". O processo de compostagem é desenvolvido em duas fases distintas, em que na primeira ocorre a degradação ativa e, na segunda, maturação (humificação) do material orgânico, ocasião em que é produzido o composto propriamente dito (Matos et al., 1998). A temperatura dos compostos orgânicos também deve ser monitorada constantemente e através deste parâmetro pode avaliar o processo de compostagem. Durante o processo de compostagem, a evolução da temperatura pode ser considerada como um reflexo da atividade metabólica da população microbiológica. Quando ocorrer a completa humificação de um composto, a temperatura deste deve ser aproximadamente igual à ambiente, de acordo com diversos autores, (Inbar et al.,1993; Kiehl,1995; Rezende e Pereira Neto,1993).

O composto orgânico de resíduos animais está sendo aplicado em várias partes do mundo e deverá ser o principal processo para a utilização de animais mortos durante a criação, assim como para os resíduos da pesca extrativa, tanto da pesca artesanal como na industrial. Um número crescente de granjas de aves e criadouros de suínos vem empregando esse processo no Brasil e já existem exemplos de algumas pisciculturas que utilizam essa forma de disposição de animais mortos. Para o preparo da compostagem são necessários dois tipos de material: os que se decompõem facilmente, como carcaças de

animais, resíduos do processamento esterco, e os materiais que se decompõem de forma mais lenta como serragem de madeira, bagaço de cana-de-açúcar, palhas, etc.

O composto orgânico possui cor escura, é rico em húmus e contém de 50% a 70% de matéria orgânica. É classificado como adubo orgânico, pois é preparado a partir de estercos de animais e/ou restos de vegetais que, em estado natural, não têm valor agrícola. Recebe esse nome pela forma como é preparado: montam-se pilhas compostas de diferentes camadas de materiais orgânicos. A composição do composto orgânico depende da natureza da matéria-prima utilizada.

A pesquisa também gera resíduos orgânicos em experimentos que utilizam animais aquáticos, assim como as atividades de extensão geram resíduos orgânicos tanto nos setores (piscicultura, ranicultura e carcinicultura), como nos laboratórios. Além desses resíduos o Centro de Aquicultura da UNESP, tem uma produção desses animais em tanques experimentais, que eventualmente pode ocorrer mortalidades naturais. Esses resíduos, assim como os das atividades produtivas, descartados de forma inadequada: enterrados, jogados nas represas ou nos lixões urbanos, causam danos ao meio ambiente.

Desta forma, a adequação da tecnologia de produção de compostagem orgânica está sendo estudada com os resíduos gerados no CAUNESP constituídos de peixes, camarões, rãs e sobras de ração Figura 15.



Figura 15: Resíduos emptrgados na produção da compostagem orgânica.

Foram utilizados para compor as pilhas: pó de serra, maravalha, palha de arroz, cama de frango e água. Nas proporções apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Proporções de materiais utilizados no processo de compostagem em volume.

COMPONENTES	COMPOSTO A	COMPOSTO B
Maravalha	1	
Cama de frango*	1	
Resíduos de pescado	1	1
Palha de arroz		1
Ração		1
Água	0,2	0,5
Maravalha reutilizada		1

*Cama de frango de pó de serra.

As pilhas a serem compostadas foram montadas em caixas de madeira modular com um metro quadrado de área e 30 cm de altura, para cada pilha foram utilizados três modulos sobrepostos, cobertos com telha de amianto (Figura 9A). Para o acompanhamento do processo de compostagem foram medidas diariamente a temperatura com um termômetro digital até o 40^{O} dia, o revolvimento da pilha foi realizado uma vez por semana e umidade foi mantida como uma esponja enchacarda (Figura 9B). Após 60 dias da produção os compostos foram peneirados (Figura 9C) e coletadas as amostras para a realização das análises: umidade, matéria orgânica total, nitrogênio total, relação C/N e indice de pH.



Figura 9. Composteira modular (A); revolvimeto (B) e composto peneirado (C).

A estabilização da temperatura ocorreu próximo ao quadragésimo dia após a montagem das pilhas, conforme ilustra a Figura 10. O comportamento da temperatura foi semelhante para os dois compostos, alcançando a máxima nos primeiros dias após a montagem das pilhas. Observa-se também que o composto A atingiu temperaturas mais elevadas acima de 60°C entre o terceiro e quinto dias, enquanto o composto B atingiu temperaturas mais altas por um período maior, ficando próximo aos 40°C, até o trigézimo dia após a produção.

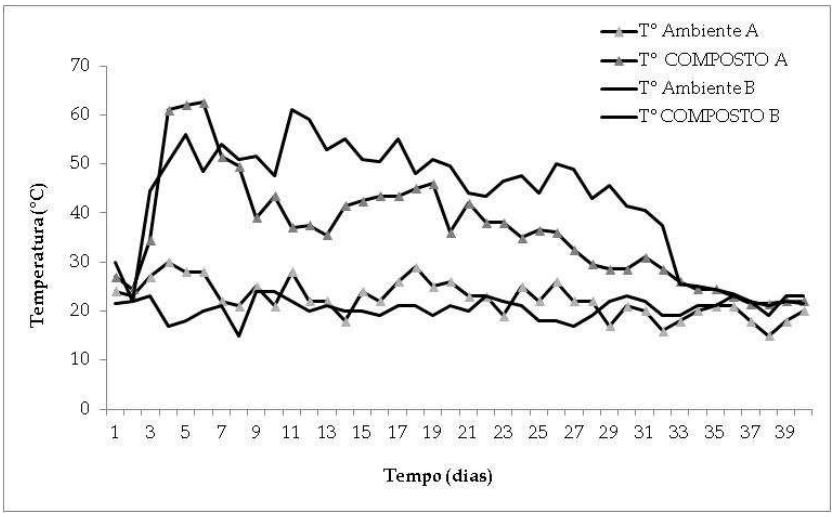


Figura 10. Medidas de temperatura dos compostos orgânicos.

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados das análises dos compostos orgânicos, assim como as garantias exigidas pela legislação brasileira (KIEHL, 2002) para ser comercializado.

Tabela92. Parâmetros analisados dos compsotos e as garantias da legislação vigente.

PARÂMETROS	COMPOSOTOS ORGÂNICOS		NÍVEIS DE GARANTIAS
	A	B	
Umidade (%)	47,2	29,4	40 máximo
Matéria Orgânica Total (%)	24,1	24,4	40 mínimo
Nitrogênio Total (%)	1,8	2,8	1 mínimo
Relação C/N	21,8	12,7	18/1 máximo
pH	7,0	7,5	6,0 mínimo

O composto A além do teor de matéria orgânica total ficar abaixo do exigido pela legislação, o teor de umidade ficou acima, enquanto o composto B somente o teor de matéria orgânica total ficou abaixo do mínimo exigido. Com base nesse resultados podemos concluir que é necessario aumentar o volume das fontes de carbono (maravalla e/ou palha de arroz) em relação aos resíduos utilizados na montagem das pilhas, assim como o controle da umidade.

8. Bibliografia

BOSCOLO, W.R. e ALDI, F. 2007. Industrialização de Tilápias. Toledo: GFM Gráfica e Editora, 272 p.

CYRINO, J.E.P: 2004. Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva. São Paulo: TecArt. 533 p.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. 1994. Bioquímica de Pescados e Derivados. Jaboticabal: FUNEP, 409 p.

COSTA, TIAGO VIANA da. 1978. Identificação de novas espécies com potencial para a criação em cativeiro: pescado capturado no Estado do Amazonas. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia.

DEON, M.; MATTIAS, J.L.; NESI, C.N. e KOLLING, D.F. Avaliação da qualidade de compostos orgânicos na Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Revista Brasileira de Agroecologia. v. 2: 1441-1444. 2007.

FIORI, M.G.S., SCHOENHALS, M. e FOLLADOR, F.A.C. 2008. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de com postagem aeróbia. Engenharia Ambiental. v.5, 178-191.

INBAR, Y.; HADAR, Y.; CHEN, Y. Recycing of Cattle Manure, The Composting process and Characterization of Maturity. Journal of Enviromental Quality. P- 857-863. 1993.

KIEHL, E. J. Fertilizantes Orgânicos. Ed. Agronômica Ceres Ltda., Piracicaba, 1985, 492p.

KUBITZA, F. e CAMPOS, J. L. 2006. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. Panorama da Aquicultura. Vol. 16, n. 94. Março/Abril, p.23-29.

OLIVEIRA, F.N. S.; Lima, J. M. Cajazeira, J. P. 2004. Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos. EMBRAPA, Fortaleza, CE.

PEREIRA NETO, J.T. 1996. Manual de compostagem. UFV/SLU/UNICEF, Belo Horizonte, , 56p.

PEREIRA NETO, J.T. 2007. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Ed. UFV Viçosa – MG, 81p. (Pedidos: Tel. (31) 3899-2234 e-mail: editoravendas@ufv.br)

SOUZA, M. L. R.; MACEDO-VIEGAS, E. M. e KRONKA, S. N. 1999. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre rendimento de carcaça da tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus). Revisa Brasileira de Zootecnia, v. 28, n. 1, p. 1-6.

SOUZA, M.L.R. Tecnologia para rocessamento das peles de peixes.Maringá/PR: EDUEM, 2004.

SUSZEK, M.; SAMPAIO, S.C.; SUSZEK, F.L.; MALLMANN, L.S. e SILVESTRO, M.G. 2007. Aspectos físicos e químicos de vermicompostos produzidos a partir de esterco bovino e compostos de resíduos verdes urbanos. Engenharia na Agricultura. v.15, n.1, 39-44.

VIDOTTI R. M. e GONÇALVES, G. S. Produção e Caracterização de Silagem, Farinha e Óleo de Tilápia e sua Utilização na Alimentação Animal. Artigo disponibilizado na página do Instituto de Pesca (www. pesca.sp.gov.br). em outubro de 2006.

VIDOTTI, R. M. e BORINI, M. S. M. 2006. Aparas da filetagem da tilápia se transformam em polpa condimentada. Panorama da Aquicultura. v. 16, n. 96, p. 38-41.