

Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado



ISSN 2318-1400

Julho, 2013

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pesca e Aquicultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 1

Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do Pescado

Leandro Kanamaru Franco de Lima

Embrapa Pesca e Aquicultura

Palmas, TO

2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pesca e Aquicultura

Quadra 104 Sul, Av. LO 1, N. 34, Conj. 4, 1º e 2º pavimentos

CEP: 77020-020, Palmas, Tocantins, Brasil

Fone: (63) 3229.7800/ 3229.7850

<http://cnpasa.sede.embrapa.br>

sac.cnpasa@embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Eric Arthur Bastos Routledge*

Secretário-Executivo: *Renata Melon Barroso*

Membros: *Adriano Prysthon da Silva, Ana Paula Oeda Rodrigues, Deivison Santos, Fábio Reynol de Carvalho, Flávia Tavares de Matos, Jefferson Cristiano Christofoletti, Leandro Bortolon, Marcelo Könsgen Cunha, Thayana Abreu Viza Figueiredo e Viviane Rodrigues Verdolin dos Santos.*

Diagramação: *Jefferson Cristiano Christofoletti*

Foto(s) da capa: *Jefferson Cristiano Christofoletti*

1ª edição

1ª impressão (2013): 100 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pesca e Aquicultura

Lima, Leandro Kanamaru Franco de.

Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado/ Leandro Kanamaru Franco de Lima – Palmas : Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013.

28 p. : il. color. (Documentos / Embrapa Pesca e Aquicultura, ISSN 2318-1400; 1).

1. Gestão Ambiental. 2. Compostagem. I. Lima, Leandro Kanamaru Franco de II. Série

CDD 664.94

© Embrapa 2013

Autor

Leandro Kanamaru Franco de Lima

Médico Veterinário, Msc. em Ciência Animal,
Pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura
leandro.kanamaru@embrapa.br

Apresentação

O consumo de pescado no Brasil se desenvolve mediante novos conceitos de produção mais limpa e com gestão de resíduos agroindustriais. Essas ações, por sua vez, começam a se tornar obrigatórias para condicionar a atividade sustentável e competitiva.

É possível reduzir, reciclar e reutilizar todo o material descartado das linhas de processamento, desde que sejam idealizadas tecnologias inteligentes, respaldadas em comprovações científicas e com objetivo de agregar valor aos produtos elaborados.

Esta publicação apresenta diferentes formas de aproveitamento dos resíduos sólidos, gerados a partir do beneficiamento agroindustrial do pescado. Conseqüentemente, as informações contidas no material poderão beneficiar o setor e levar aos interessados, conhecimento técnico para a aplicação das tecnologias.

Eric Arthur Bastos Routledge

Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do pescado	9
Introdução.....	9
Pescado no Brasil	10
Resíduos sólidos	11
Farinha de pescado.....	14
Óleo de pescado	18
Compostagem de pescado	20
Referências	26

Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do Pescado

Leandro Kanamaru Franco de Lima

Introdução

O aumento da produção e do consumo de pescado está diretamente ligado à necessidade de se viabilizar tecnologias para o reaproveitamento dos resíduos gerados pela indústria aquícola. Nessa revisão, são apresentadas três importantes tecnologias de reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados em entrepostos de pescado (farinha de pescado, óleo de pescado e compostagem de pescado), com o objetivo de conhecer as particularidades, os fundamentos, e os principais problemas associados ao manejo e à qualidade do produto final.

A produção brasileira de pescado tem alcançado, nos últimos anos, patamares de desenvolvimento com grande destaque no cenário nacional, entretanto, ainda existe uma demanda ascendente por pesquisas direcionadas ao estabelecimento e à transferência de pacotes tecnológicos em vários setores da produção aquícola. Disponibilizar um produto no mercado e prospectar competitividade exige, dentro de muitas ações, a solidificação da base da cadeia produtiva.

O aumento na produção direciona a atividade pesqueira para investir, cada vez mais, na construção de estabelecimentos capazes de beneficiar a matéria-prima e ofertar maior quantidade de produtos

processados e com alto valor agregado. Isso atende às exigências de um novo mercado consumidor seletivo quanto à qualidade e praticidade do produto final. Essas ações acabam por desenvolver pilares considerados impactantes para o meio ambiente, em decorrência do alto consumo de recursos naturais e da geração de resíduos industriais considerados altamente poluentes.

Nesse sentido, diversas formas de reaproveitamento têm surgido com o objetivo de gerar novos produtos com diferentes aplicações a partir dos resíduos agroindustriais. Além disso, os gastos despendidos no desenvolvimento e na aplicação de novas tecnologias para essa atividade pode significar um retorno financeiro para a própria indústria geradora.

Pescado no Brasil

A aquicultura brasileira encontra-se em um momento de expansão atribuído, principalmente, ao surgimento de políticas públicas de incentivo à produção e ao consumo de organismos aquáticos. Segundo os dados do Boletim Estatístico do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), houve um acréscimo de 31,2% na produção total aquícola brasileira no triênio 2008 - 2010, partindo de 365.367 t para 479.399 t, respectivamente (BRASIL, 2012).

Este cenário produtivo está associado, principalmente, à presença de ambientes interiores e costeiros favoráveis à prática da pesca e aquicultura brasileira e às condições climáticas propícias para o crescimento de diversos organismos aquáticos que inclui algumas espécies nativas com excelente potencial para cultivo e comercialização. Porém, recentemente, a consolidação de políticas públicas para o setor, convergindo suas ações para a melhoria das condições de trabalho dos pescadores, liberação e recuperação de áreas destinadas ao cultivo de peixes e incentivo ao comércio e consumo do pescado, contribuiu para a melhoria no cenário produtivo (BRASIL, 2012).

O consumo mundial de pescado cresceu significativamente nas últimas décadas, passando de 9,9 kg por habitante/ano em 1960 para 16,4 kg por habitante/ano em 2005 (FAO, 2010). No Brasil, embora o consumo ainda esteja abaixo dos 12 kg por habitante/ano recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), notou-se que, nos últimos anos, o brasileiro começou a consumir mais proteína de pescado. Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), houve um aumento de 40% no consumo *per capita* brasileiro entre 2003 e 2009, quando alcançou o valor de 9,03 kg por habitante/ano, antecipando a projeção estipulada no Programa “Mais Pesca e Aquicultura” para 2011. Em 2010 esse consumo chegou a 9,75, crescimento de 8% em relação ao ano anterior (BRASIL, 2010; 2012)

Aumentar o consumo de um determinado alimento gera uma maior demanda de produção. O crescimento dos consumidores, considerados mais exigentes quanto à qualidade, rastreabilidade e praticidade dos produtos comercializados, obriga às indústrias alimentícias desenvolverem processamentos mais complexos sobre a matéria prima para dispô-la no mercado com maior atratividade. Isso as torna, também, responsáveis por utilizar uma grande quantidade de recursos naturais e gerar uma significativa parcela de resíduos com potencial poluidor para o meio ambiente caso não sejam tratados adequadamente.

Resíduos sólidos

O número de empreendimentos dedicados ao processamento dos produtos da piscicultura vem aumentando significativamente nos últimos anos. Estes englobam frigoríficos com registro no Serviço de Inspeção Federal (SIF), Serviço de Inspeção Estadual (SIE's) ou Serviço de Inspeção Municipal (SIM's), além de inúmeras pequenas unidades de beneficiamento de pescado, geralmente, dentro da própria piscicultura, que não contam com inspeção sanitária no abate e no processamento

do seu produto. Em todas as situações, é exigida a busca pelo aproveitamento integral desse pescado determinada pela sua viabilidade econômica e preservação ambiental (KUBITZA; CAMPOS, 2006).

De forma geral, os resíduos são partes excedentes das atividades agroindustriais, sendo classificados como componentes gasosos, líquidos ou sólidos e que, quando lançados no meio ambiente sem o devido tratamento, poderão ocasionar sérias alterações nas características do ar, da água e do solo, tornando-se prejudiciais para toda a vida aquática e terrestre (PEREIRA, 2002).

A definição de resíduos sólidos, segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), refere-se a todos os compostos de características sólidas ou semi-sólidas resultantes, por exemplo, de vários segmentos da indústria, do comércio e dos sistemas de produção agrícola e animal. Além disso, de acordo com sua classificação, podem ser divididos em duas classes: os resíduos da classe I são considerados materiais perigosos e que apresentam características físicas, químicas ou infecto-contagiosas passíveis de transmitir riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Os resíduos da classe II são denominados materiais não perigosos e podem ser divididos em: componentes com solubilidade em água e passíveis de biodegradação ou componentes não inertes, insolúveis no substrato em que esteja presente (ABNT, 2004).

Geralmente, os resíduos da segunda classe são os que apresentam maior potencial para implantação de tecnologias de reaproveitamento nas agroindústrias. Por conseguinte, podem apresentar alta capacidade de valorização desde que inseridos em processos adequados de reutilização consciente. Considerando um exemplo prático de um entreposto de beneficiamento de pescado, são exemplos desta classificação: pele, escamas e carcaças ou espinhaços gerados após o processo de filetagem industrial.

Kubitza e Campos (2006) classificam os resíduos sólidos da indústria pesqueira em dois grupos considerados adequados ou não adequados

para produção de subprodutos utilizados na alimentação humana. As vísceras, escamas e o esqueleto, por exemplo, são matérias-primas da fabricação das farinhas, silagens e óleos de peixe, comumente empregados na alimentação animal. A carcaça contendo carne residual da filetagem, por sua vez, é submetida a processos para obtenção da polpa de peixe, principal ingrediente na fabricação de empanados e embutidos, muito apreciados na alimentação humana e com excelente valor agregado.

Transformar os materiais descartáveis e poluentes em co-produtos com valor agregado é a base para o desenvolvimento sustentável do mundo moderno. Logo, reduzir o uso inconsciente de matéria-prima para evitar desperdícios e promover a reciclagem dos resíduos são condições essenciais para a garantia de processos mais econômicos e com menor impacto ambiental.

Existem, atualmente, tecnologias empregadas para o reaproveitamento da matéria orgânica excedente do processamento industrial de pescado. A construção de graxarias, por exemplo, representa uma excelente forma de transformação dos resíduos em subprodutos como a farinha e o óleo de peixe, muito valorizados no mercado. Entretanto, este empreendimento exige um elevado custo de implantação, que o torna limitante para pequenas empresas e cooperativas de pescadores. A incineração pode ser considerada uma alternativa para reduzir a quantidade de resíduos sólidos industriais, entretanto, muito se discute a respeito de sua operação, pois poderia representar uma nova fonte de poluição atmosférica. Os aterros sanitários são utilizados por empresas, muitas vezes consideradas clandestinas, que dispõem grande quantidade de material poluente em locais sem qualquer tipo de segurança. Essas práticas contaminam o solo, os aquíferos, os leitos dos rios e afetam a qualidade do ar.

Sendo assim, tecnologias alternativas necessitam de pesquisas para padronizar e disponibilizar metodologias simples e economicamente viáveis para os empreendimentos de processamento de pescado.

Farinha de pescado

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

Para a fabricação da farinha, são utilizadas diversas matérias-primas que incluem diferentes espécies de pescado com baixo valor comercial, carcaças e peles provenientes da filetagem, escamas, esquirolas ósseas e vísceras. Na Figura 1 a seguir, é possível observar as principais etapas envolvidas em um processo de obtenção da farinha de pescado que, segundo Windsor (2001), necessita de conhecimento teórico e experiência prática para se obter um maior rendimento e uma melhor qualidade.

A cocção, primeira etapa do processamento, é considerada altamente crítica e a sua incompleta operação, seja por aquecimento incompleto ou excessivo, prejudica a etapa posterior. Durante o processo, as proteínas do material trabalhado (resíduos de pescado) são coaguladas, parte da água é removida por evaporação e o óleo é liberado da massa cozida. Geralmente, os equipamentos de cocção possuem longos tubos cilíndricos contendo dispositivos para injeção de vapor sob pressão e sistemas de “rosca sem fim” para o transporte desse material.

Na etapa da prensagem, pequenas perfurações presentes na prensa removem o óleo e a água do material aquecido. Esse *liquor*, assim denominado, pode seguir para uma centrifuga onde ocorre a separação do óleo que, posteriormente, é refinado e armazenado em silos específicos.

Após a centrifugação, a água suspensa, conhecida como *stickwater*, possui uma significativa composição protéica que pode ser reaproveitada por meio de sistemas evaporadores e o seu produto final concentrado pode se juntar ao material seco proveniente da prensagem e seguir para as etapas de secagem e moagem.

A secagem é outra etapa importante, pois dela dependem as características finais da farinha de pescado. Uma secagem muito alta, por exemplo, causaria perdas de nutrientes por ressecamento e o contrário, possibilitaria o desenvolvimento de bactérias, bolores e leveduras, ocasionando a rápida deterioração do produto. Existem dois tipos básicos de secadores: o direto e o indireto. Na secagem direta, o ar quente (aproximadamente 500°C) entra em contato com o material alocado em um tambor cilíndrico fazendo com que a água de constituição evapore e a temperatura do produto se mantenha em torno de 100°C. Na secagem indireta, o material é disposto em cilindros contendo vapor aquecido para a eliminação dessa umidade excessiva. Além disso, neste sistema, nota-se que o forte odor característico da farinha é reduzido pela pouca utilização de ar quente.

A moagem e a embalagem são consideradas operações finais do processo, sendo que a primeira é realizada para quebrar todas as partículas maiores e transformá-las em um único material de característica farinácea e homogênea, enquanto que a segunda representa a forma para a estocagem e transporte do produto final, comumente ensacado em sacos de papelão, juta ou plásticos. Durante a estocagem é importante que se faça o armazenamento em ambiente arejado e com pouca umidade, livre de pássaros e roedores. Antioxidantes podem ser adicionados com o intuito de proteger a

composição lipídica de possível oxidação, principalmente, para as farinhas provenientes de peixes de classificação “gordos”, como os salmonídeos, por exemplo.

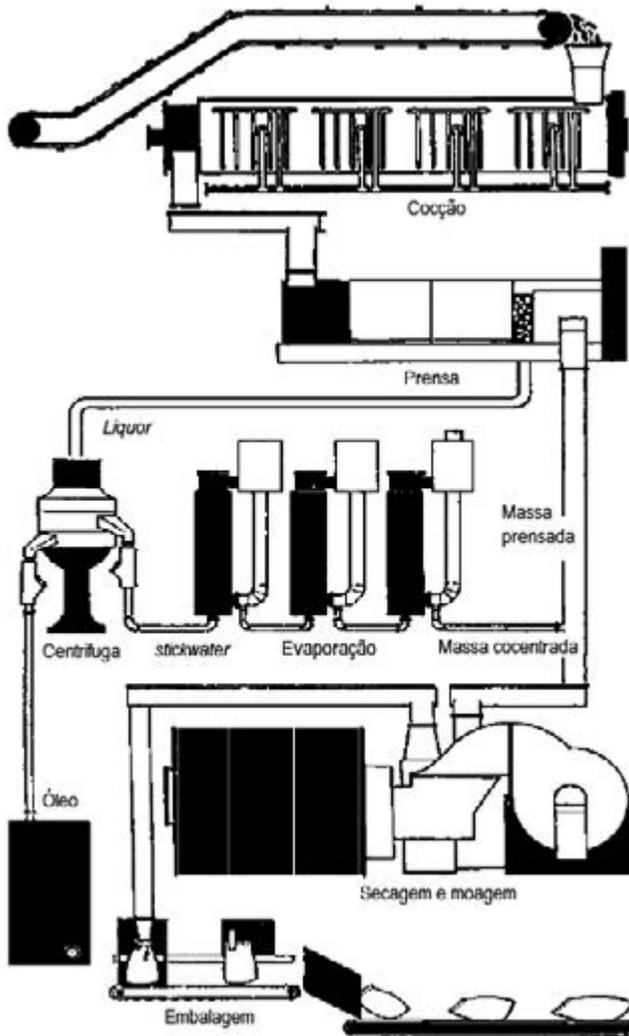


Figura 1. Esquema de uma fábrica de obtenção da farinha e óleo de pescados.

Fonte: Windsor (2001).

Vidotti e Gonçalves (2006) descreveram sistemas de obtenção de farinha de peixe utilizando como matéria-prima os resíduos de tilápias processadas em indústrias brasileiras. Inicialmente, o resíduo é cozido em digestor com binômio tempo/temperatura de $110 \pm 10^\circ\text{C}$ por 1 hora e 30 minutos. Após o cozimento, o material segue para a caixa percoladora onde é rapidamente armazenado e separado do excesso de óleo por meio de uma peneira localizada na extremidade inferior do equipamento. Posteriormente, esse óleo segue para uma calha coletora e o restante da massa é dispensado na prensa para se obter a “torta prensa”, depositada no silo de resfriamento para posterior moagem e ensaque.

A farinha de peixe é considerada um produto com baixo risco de deterioração bacteriana devido à sua baixa atividade de água e ao tratamento térmico realizado que permite sua estocagem sem a necessidade de refrigeração, entretanto, o armazenamento precário e a falta de higiene na planta de processamento podem comprometer a sua segurança microbiológica. Santos et al. (2000) demonstraram existir estreita relação entre a presença de micro-organismos patogênicos na farinha de carne e ossos e a contaminação de rações formuladas com este ingrediente. Animais alimentados com essa matéria-prima possivelmente poderão apresentar sérios problemas de saúde, uma vez que esse produto é amplamente utilizado no enriquecimento e balanceamento de ração para a nutrição animal (ANDRIGUETTO et al., 1990; BOSCOLO et al., 2007).

Apesar da tecnologia de fabricação da farinha de pescado estar presente em muitas plantas de grandes entrepostos pesqueiros, o aproveitamento desses resíduos em pequenos empreendimentos aquícolas ainda é considerado pequeno. Além disso, em alguns casos, o produto final dessas graxarias é considerado de baixa qualidade e depositado em tanques de armazenamento sem tratamento adequado para garantir a melhoria da qualidade. Portanto, é necessária uma maior fiscalização e orientação técnica em algumas plantas de processamento

para que esse reaproveitamento industrial resulte em uma fonte adicional de renda para a própria indústria com significativo valor comercial e ambiental.

Óleo de pescado

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

Trata-se de um importante subproduto obtido juntamente com a farinha de pescado. O óleo de peixe, por exemplo, é muito utilizado na alimentação animal e pode ser considerado, também, matéria-prima para o preparo de cosméticos, detergentes, tintas, vernizes e biodiesel (BRASIL, 1985; FEIDEN; BOSCOLO, 2007; WINDSOR, 2001).

A obtenção do óleo de pescado provém das etapas de cozimento e prensagem. Todo o *liquor* removido da massa de pescado é misturado e depois centrifugado a uma temperatura de 80°C para a obtenção de um óleo primário, também denominado óleo bruto (Figura 1). Posteriormente, esse óleo é armazenado e pode ser comercializado sob forma de aditivo para a formulação de ração animal ou receber um processamento específico e refino para a obtenção de um óleo clarificado, inodoro, insípido e com estabilidade oxidativa máxima para a utilização na alimentação humana (Figura 2).



Figura 2. Fluxograma do procedimento para a obtenção do óleo de peixe.

Fonte: adaptado de Morais et al. (2001).

A característica final do óleo pode depender muito da composição lipídica da matéria-prima utilizada no processo. Peixes produzidos em sistemas de criação intensiva, por exemplo, possuem uma deposição de gordura maior comparada com os de captura, em razão da alimentação e do peso de abate. Resíduos de peixes abatidos com peso abaixo de 800 gramas produzem, em média, 85% de farinha e 15% de óleo, enquanto que os resíduos de peixes abatidos com peso acima de 800 gramas podem gerar um percentual de até 70% de farinha e 30% de óleo (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006).

A qualidade do óleo produzido pode, também, sofrer variações dependendo do controle de qualidade no processamento, das formas de proteção contra a oxidação de gorduras e das condições de armazenamento (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006). Além disso, o

Brasil, com toda a sua potencialidade pesqueira, carece de processos tecnológicos adequados de refino do óleo de pescado para o uso em alimentação humana. Os suplementos alimentares à base de óleo de peixe contendo alto teor de ácidos graxos ômega-3, por exemplo, apresentam grande demanda de mercado, porém são processados no exterior e importados apenas para serem encapsulados pelas indústrias brasileiras (ARAÚJO, 2007).

Compostagem de pescado

A compostagem é um processo biológico, aeróbio e controlado de transformação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas mediada por micro-organismos benéficos tais como fungos e bactérias (INÁCIO; MILLER, 2009; KUBITZA; CAMPOS, 2006; SOUZA et al., 2001). São consideradas matérias-primas: sobras de alimentos processados, restos de frutas e vegetais, além dos resíduos orgânicos da agroindústria. Nesse caso, a compostagem, corretamente manejada, oferece ótimas condições para se obter a rápida estabilização dos componentes poluentes e os possibilitam retornar ao solo como um fertilizante natural, livre de bactérias patogênicas, vírus e parasitas (HAY 1996; KIEHL, 1998).

O processo de compostagem envolve a participação de quatro elementos básicos: fonte de carbono, material fermentativo, umidade e oxigênio. A fonte de carbono é representada por um resíduo vegetal seco. O pó de serra, a maravalha, as palhas de cereais e o bagaço de cana, são alguns exemplos. A sua escolha deve levar em consideração o custo-benefício, a disponibilidade e proximidade com o local da compostagem e a composição química do material (relação C/N). O material fermentativo é o ingrediente para a decomposição e, também, a principal fonte de nitrogênio no adubo orgânico. Peixes mortos, doentes ou descartados da produção aquícola e os resíduos provenientes das etapas do beneficiamento

industrial (vísceras, escamas, carcaças e peles) são alguns exemplos de materiais fermentativos que poderiam ser indicados para a prática da compostagem. A umidade é considerada como agente catalisador das reações químicas e é introduzida no processo por meio da adição de água em proporções conhecidas. Por fim, o oxigênio, obtido com o revolvimento periódico do composto, é necessário para a manutenção do ambiente aeróbico, importante para as reações microbianas e para a prevenção de maus odores.

Em algumas situações, fontes alternativas de micro-organismos inoculantes (terra preta, esterco bovino, conteúdo ruminal, cama de frango ou outro inóculo comercial) podem ser agregadas ao composto orgânico para acelerar o processo de decomposição, principalmente na fase inicial, desde que o produtor tenha facilidade na sua obtenção e não exija onerosos custos adicionais. Porém essa prática é vista com reservas uma vez que micro-organismos decompositores já estão presentes no ambiente natural e fazem parte do processo de compostagem sem a necessidade de suplementação (FOUNTAIN et al. 2005; INÁCIO; MILLER, 2009).

A transformação dos resíduos agroindustriais em adubo orgânico na composteira se inicia pela interação micro-organismos/substrato sob aeração periódica e umidade controlada. Inicialmente, açúcares, amido e as proteínas são decompostos, seguidos da hemicelulose, celulose e lipídeos. Nessa fase, a fermentação se instala, a temperatura se eleva e o período varia entre 25 e 60 dias, dependendo da quantidade de material fermentativo depositado na composteira. Posteriormente, a temperatura diminui e a estabilização se completa com 60 dias. Após essa fase, o composto adquire característica homogênea, ausência de mau cheiro e cor escura, as quais não se possa mais distinguir os materiais introduzidos no início da atividade. Dessa forma, pode ser considerado pronto para aplicação em solo como fonte de nutrientes e/ou condicionadores de solo para diferentes culturas agrícolas (MAGALHÃES et al., 2006; MATOS et al., 1998; SOUZA et al., 2001).

Inácio e Miller (2009) descreveram o processo de compostagem em quatro fases: inicial, termófila, mesófila e maturação (Figura 3). Durante essas etapas, alguns fatores influenciam fortemente a sucessão dos grupos de micro-organismos e são afetados por ela durante o andamento do processo de compostagem: conteúdo de oxigênio, conteúdo de água, relação carbono e nitrogênio do substrato, pH, potencial oxido-redução, transformações e pequenas perdas de nitrogênio, distribuição dos macro e microporos, densidade aparente e tamanho das partículas dos materiais.

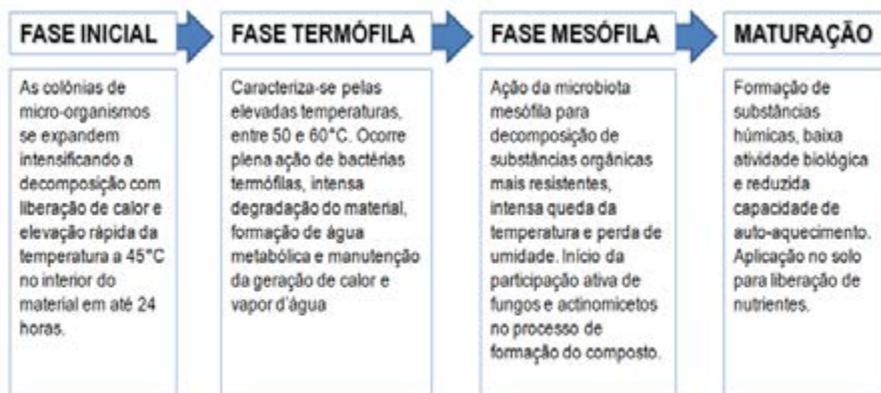


Figura 3. Fases do processo de compostagem segundo a ação de micro-organismo.

Fonte: Inácio e Miller (2009).

A implantação de uma composteira é bastante simples e exige baixo capital de investimento, entretanto, é necessário que se tome alguns cuidados para a boa prática da compostagem e para uma excelente qualidade do produto final. Uma estrutura básica consiste em preparar um recipiente onde os detritos orgânicos a serem decompostos serão depositados. Normalmente, podem ser utilizadas construções simples de madeira ou blocos de cimento objetivando-se uma maior produtividade (Figura 4). A utilização de tambores, galões, caixas de madeira ou telados de arame em forma de anel, também pode ser viabilizada, segundo Fountain et al. (2005), porém com escala de produção reduzida.

Na Figura 5 a seguir, é apresentado um modelo de composteira de madeira simples de ser construída, com baixo custo de implantação e passível de ampliação sugerido por Mady (2000). Segundo o autor, os compartimentos para a deposição dos resíduos são construídos utilizando-se caibros e tábuas fixas nas extremidades laterais e ao fundo. Deve-se dispor de espaços pequenos entre essas tábuas para permitir a aeração constante. A parte frontal deve apresentar tábuas corrediças para que possam ser manejadas de acordo com a quantidade de material adicionado no composto orgânico. Toda a construção física deverá ser coberta para proteger o material em decomposição, sugerindo-se o uso de folhas de zinco com leve inclinação para escoamento da água da chuva. Esse fato permite o controle da umidade no processo, importante para o bom funcionamento da compostagem.

A

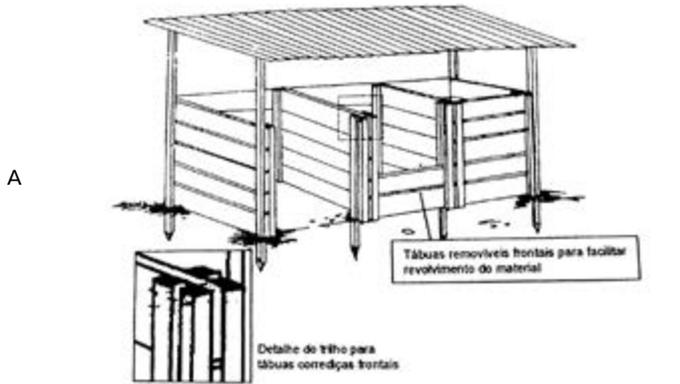


B



Fotos: Leandro Kanamaru.

Figura 4. Composteira para reciclagem de resíduos sólidos da indústria de processamento de tilápias. A) Exterior da estrutura construída para a compostagem. B) Vista interna da composteira.



B



Foto: Antônio Carlos de Laurentiz.

Figura 5. Composteira em sistema de tábuas corredeças para a reciclagem de resíduos orgânicos. A) Desenho da estrutura sugerida para compostagem de resíduos orgânicos. B) Exemplo de uma composteira de resíduos orgânicos em sistemas de tábuas corredeças. Fonte: Mady (2000).

Os métodos de compostagem podem ser separados em grupos conforme o tipo de aeração, o grau de revolvimento das leiras ou a estática em biorreatores.

Alguns cuidados devem ser tomados quanto à localização da composteira. Locais passíveis de alagamento e com dificuldade de escoamento da água da chuva, regiões próximas de habitações humanas ou com algum tipo de processamento de alimentos devem

ser evitados. Durante os primeiros dias de compostagem, poderá haver proliferação de insetos atraídos pela liberação de forte odor característico da decomposição do material orgânico (MADY, 2000).

A disposição das fontes de carbono e nitrogênio na composteira deve ser realizada alternadamente obedecendo a uma relação média de carbono/nitrogênio 10/1 e substrato/carcaça 70/30% (VIDOTTI, 2009). Primeiro são adicionadas as fontes de carbono para formar a base da composteira e, em seguida, os resíduos de pescado são dispostos sobre a camada de vegetais secos e cobertos novamente com essa mesma fonte de carbono. Por fim, adiciona-se uma quantidade de água na proporção de 13%. Deve-se tomar cuidado para que os resíduos de pescado nunca permaneçam ao ar livre e fora das leiras (Figura 6) devendo-se, nesse caso, cobrir os resíduos de pescado com a fonte de vegetal seco a cada revolvimento (KELLEHER, 2006).

A cal hidratada pode ser considerada um suplemento para o composto orgânico proveniente da compostagem (MADY, 2000). Entretanto, sua utilização requer cuidados na aplicação, ou seja, quando adicionados no composto ainda em decomposição, favorece o retardamento das atividades microbianas e a perda de qualidade do produto final.

Apesar da simples tecnologia empregada, existem, no Brasil, poucas informações sobre a taxa de decomposição dos resíduos provenientes da piscicultura ou de entrepostos de peixes em composteiras. Na literatura, é possível encontrar alguns trabalhos com reaproveitamento de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de tilápias (ARRUDA, 2004; VIDOTTI; GONÇALVES, 2006; VIDOTTI, 2009). Entretanto, muitos estudos ainda devem ser conduzidos para apresentar diferentes formulações e custos de implantação adequados à realidade dos sistemas de produção aquícola. Essas informações são importantes para o sucesso dessa atividade que agrega valores às matérias-primas descartáveis e se insere no conceito de produção sustentável.

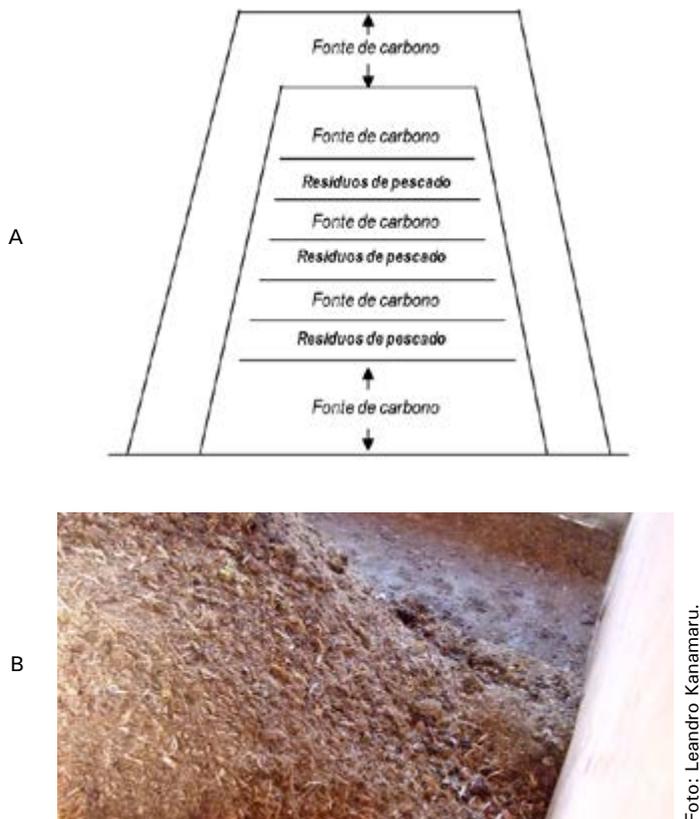


Foto: Leandro Kanamaru.

Figura 6. Disposição das fontes de nitrogênio e carbono em compostagem de resíduos de peixes. A) Esquema para alternância entre os materiais orgânicos dentro de uma leira de compostagem. B) Exemplo de leira de composto orgânico com camadas alternadas de substrato e resíduos de peixes.

Fonte: Kelleher (2006).

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma NBR-10004: **Resíduos sólidos**. Rio de Janeiro; 2004.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A. **As bases e os fundamentos da nutrição animal**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1990.

ARAÚJO, K. L. G. V. **Avaliação físico-química do óleo de peixe**. 2007. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo**. 2004. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba.

BOSCOLO W. R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias. In: BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. (Ed.). **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007. p. 135-150.

BRASIL. Ministério da Indústria e Comércio. **Reciclagem dos resíduos urbanos, agropecuários e minerais**. Brasília, DF, 1985.

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

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Caderno de consolidação de dados estatísticos. **Produção Pesqueira e Aquícola – Estatística 2008-2009**. Brasília, DF, 2010.

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

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

FEIDEN, A.; BOSCOLO W. R. Óleo e biodiesel de tilápia. In: BOSCOLO W. R.; FEIDEN, A. (Ed.). **Industrialização de tilápias** Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007. p. 151-164.

FOUNTAIN, W. N.; HARKER, C.; WARNER, R.; HUTCHENS, T. K. **Home composting: a guide to managing yard waste**. Lexington: Cooperative Extension Service, 2005. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

HAY, J. C. Pathogen destruction and biosolids composting. **Biocycle**, Emmaus, v. 37, n. 6, p. 67-76, 1996.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

KELLEHER, D. **Composting fish waste from the aquaculture industry: a technical guide**. [S.l.]: Fisheries Notes, Department of Primary Industries, State of Victoria, 2006.

KIEHL E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: [s.n.], 1998.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006.

MADY, F. T. M. **Produção de adubo orgânico**: fonte alternativa de renda para pequenos produtores. Manaus: Sebrae-AM/ Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000.

MAGALHÃES, M. A.; MATOS, A. T.; DENÍCULI, W.; TINOCO, I. F. F. Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 466-471, 2006.

MATOS, A. T.; VIDIGAL, S. M.; SEDIYAMA, M. A.; GARCIA, N. C. P. C.; RIBEIRO, M. F. Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 199-203, 1998.

MORAIS, M. M.; PINTO, P. A. A.; ORTIL, S. C. A.; CREXI, V. T.; SILVA, R. L.; SILVA J. D. Study of fish oil refining process. **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 1, p. 23-33, 2001.

SANTOS, E. J.; CARVALHO, E. P.; SANCHES, R. L.; BARRIOS, B. E. B. Qualidade microbiológica de farinhas de carne e ossos produzidas no Estado de Minas Gerais para produção de ração animal. **Ciência e Agrotecnologia**, Lauras, v. 24, n. 2, p. 425-433, 2000.

SOUZA, F. A. S.; AQUINO, A. M.; RICCI, M. S. F.; FEIDEN, A. **Compostagem**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 10 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 50).

VIDOTTI, R. M. Tecnologia para o aproveitamento integral dos resíduos do agronegócio da piscicultura. In: **Workshop de Piscicultura do Noroeste Paulista**, 1, 2009, Votuporanga. **Resumos...**Votuporanga: Noroeste Paulista, 2009.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. Disponível em <<http://www.pesca.sp.gov.br>> Acesso em: 6 dez. 2010.

WINDSOR, M. L. **Fish Meal**. 2001. Disponível em <<http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5926e/x5926e00.htm>> Acesso em: 6 dez. 2010.

Embrapa

Pesca e Aquicultura

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA