

**Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**

**Print version ISSN 1981 – 2965**

**Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 7, n1, p. 1-8, jan-jun, 2013**

**[http://dx.doi.org/ 10.5935/1981-2965.20120003](http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20120003)**

*Artigo Científico*

*Biotecnologia*

### **Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza**

**André Luiz Torres de Oliveira<sup>1</sup>; Ronaldo de Oliveira Sales<sup>2</sup>; João Batista Santiago  
Freitas<sup>2</sup> José Evanaldo Lima Lopes<sup>3</sup>**

---

**Resumo:** O crescimento populacional nos centros urbanos tem agravado o problema do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelos habitantes, causados principalmente, pelo volume de lixo produzido e pelo estilo de vida consumista. Neste contexto a reciclagem de resíduos, seja de origem agrícola ou industrial, oriundos das mais diversas cadeias produtivas, cujos descartes indevidos podem causar impactos negativos ao ambiente, como é o caso dos resíduos provenientes da indústria pesqueira, apresenta-se como uma importante ferramenta para minimizar o déficit de fertilizantes orgânicos para sistemas produtivos ecológicos. Desse modo, este trabalho teve por objetivo propor uma alternativa sustentável para o descarte de resíduos de pescados gerados a partir de quiosques e barracas de praia do município de Fortaleza – Ceará, produzindo assim, composto orgânico elaborado a partir do material descartado (vísceras, cabeça, espinha e escamas), agregando assim, valor a este resíduo, contribuindo para quebra de dependência de fertilizantes químicos pelos agricultores e reduzindo os impactos ambientais gerados pelo seu descarte na cidade de Fortaleza. A análise química do adubo orgânico de pescado mostrou resultados positivos, apresentando ricos teores de Fe, Ca, P, K, Mg, Mn e N, afirmando que este composto orgânico é uma excelente alternativa para obter bons rendimentos na agricultura.

**Palavras-chave:** Reciclagem de resíduos, composto orgânico e impactos ambientais

## Sustainable alternative for disposal of fish waste in Fortaleza

**Abstract:** Population growth in urban centers has worsened the problem of management of solid waste generated by residents, caused mainly by the volume of waste produced and the consumer lifestyle. In this context waste recycling, whether agricultural or industrial origin, originating from diverse supply chains, whose improper disposal can cause negative impacts to the environment, such as waste from the fishing industry, presents itself as an important tool for minimize the deficit of organic fertilizers to ecological production systems. Thus, this study aimed to propose a sustainable alternative for disposal of fish waste generated from kiosks and beach huts in Fortaleza - Ceará, thus producing organic compost made from discarded material (viscera, head, spine and scales), thus adding value to this waste, helping to break the dependence on chemical fertilizers by farmers and reducing the environmental impacts caused by its disposal in the city of Fortaleza. The chemical analysis of organic fertilizer from fish showed positive results, with rich Fe, Ca, P, K, Mg, Mn and N, claiming that this organic compound is an excellent alternative to get good yields in agriculture.

**Keywords:** Recycling of waste, compost and environmental impacts

---

<sup>1,3</sup>Estudante de agronomia, <sup>2</sup>Orientador

<sup>1</sup>[andretorres@alu.ufc.br](mailto:andretorres@alu.ufc.br) ; <sup>2</sup>[ronaldo.sales@ufc.br](mailto:ronaldo.sales@ufc.br) ; <sup>2</sup>[batistola@ufc.br](mailto:batistola@ufc.br)

Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Campus do Pici, Bloco 805, Fortaleza, Ceará, CEP: 60455-760

### Introdução

Apesar do aumento considerável na oferta de peixes de água doce à população brasileira, muito pouco se conhece sobre suas propriedades químicas, nutricionais e tecnológicas, conhecimentos básicos indispensáveis para uma melhor utilização ou

aproveitamento de qualquer matéria prima

O crescimento populacional nos centros urbanos tem agravado o problema do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelos habitantes, causados, principalmente, pelo volume de lixo produzido e pelo estilo de vida consumista. No Brasil, o

interesse pela questão dos resíduos sólidos vem aumentando nos últimos anos, bem como seus reflexos no meio ambiente. Dessa maneira, a limpeza urbana assume um importante papel dentre as necessidades da sociedade brasileira, apresentando-se como uma atividade prioritária, no que se refere à problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU), adquirindo importância sanitária, econômico-financeira, social e estética (OLIVEIRA, 2004).

Segundo a FAO (1989), a produção mundial de pescado em 1986 alcançou 91,5 milhões de toneladas, estimando-se que cerca de 10% deste total é oriunda da aquicultura, onde esta espécie encontrou condições adequadas para seu desenvolvimento. Segundo LOVSHIN et al (1974), 20% da despesca do pescado capturado nos açudes do Nordeste brasileiro chega a ser perdido por falta de armazenamento. Não existe na literatura dados que quantifiquem a porcentagem de perdas nos dias atuais, mas estas continuam existindo.

Uma alternativa viável para a região Nordeste é o aproveitamento das perdas das despescas para elaboração da silagem, forma mais econômica de aproveitamento desta espécie, podendo ser obtida de maneira artesanal nas áreas de abrangências dos açudes,

fazendeiros e até industrialmente nos maiores centros urbanos.

Este produto é obtido da autólise ácida da proteína do pescado numa forma pastosa quase líquida que pode ser incorporada a rações como fonte de proteína, sendo também de suma importância na utilização para formulação de rações destinadas aos animais domésticos.

As vantagens da produção de silagem em vez de farinha de pescado são as seguintes: o processo é virtualmente independente de escala; a tecnologia é simples; o capital necessário é pequeno, mesmo para produção em larga escala; os efluentes e problemas com odores ou poluição ambiental reduzidos; a produção é independente do clima; o processo da silagem é rápido em climas tropicais e o produto pode ser utilizado no local (OETTERER DE ANDRADE, 1992).

Durante o processo de transição agroecológica, uma das principais dificuldades encontradas pelos agricultores é a disponibilidade de insumos de base ecológica que se enquadrem nas especificidades deste tipo de produção, dentre eles, fertilizantes capazes de proporcionar bons rendimentos aos cultivos e, ao mesmo tempo, possibilitar melhorias nas características químicas, físicas e

biológicas do solo. Neste contexto a reciclagem de resíduos, seja de origem agrícola ou industrial, oriundos das mais diversas cadeias produtivas, cujos descartes indevidos podem causar impactos negativos ao ambiente, como é o caso dos resíduos provenientes da indústria pesqueira, apresenta-se como uma importante ferramenta para minimizar o déficit de fertilizantes orgânicos para sistemas produtivos ecológicos (ARAÚJO, 2010).

Dessa maneira, a compostagem do lixo de pescados gerados nas barracas da Praia do Futuro e do Mercado São Sebastião é sugerida como uma boa alternativa no seu destino final, pois sua importância para agricultura ecológica está na possibilidade de reutilização destes com duplo propósito, pois contribuiria para a redução do volume de lixo depositado diariamente no aterro sanitário de Caucaia, localizado na região metropolitana de Fortaleza, reduzindo os impactos ecológicos provocados pela sua acumulação, sendo assim uma excelente proposta para o reaproveitamento desse material orgânico como fonte de nutrientes na agricultura.

Na silagem, intervém uma série de fatores externos e outros intrínsecos, como o tipo de pré-processamento do peixe, a temperatura ambiente, a

quantidade de ácido usada, a época da captura e outros fatores cuja inter-relação resulta em uma degradação controlada das proteínas e lipídios, que é em essência, o significado da silagem (GREEN, 1984).

O material autolisado se caracteriza por uma degradação do material protéico original do produto da pesca, a estado de peptídios, oligopeptídios e aminoácidos, em maior ou menor grau, dependendo da técnica empregada na sua elaboração (MEINKE & MATIL, 1973), degradação essa que resulta num aumento no nível dos componentes nitrogenados não-protéicos (tais como, aminoácidos livres, amônia, mono e dimetilaminas), como indicado no estudo da silagem ácida de peixe de vísceras de bacalhau (BACKHOFF, 1976).

Em geral, os resultados de alguns trabalhos mostraram que a autólise em silagens feitas a partir do peixe inteiro seja principalmente devido às enzimas do intestino que são espalhadas pela massa do peixe após a trituração (BACKHOFF, 1976; HAARD et al., 1985). Isto é suportado pelo fato de que, na silagem feita apenas com filés, a liquefação é pequena (TATTERSON & WINDSOR, 1974), sendo que o uso do ácido fórmico promove o abaixamento do pH a níveis

entre 3,8 a 4,0, o que se constitui numa vantagem, uma vez que o uso de ácidos minerais baixa o pH para cerca de 2,0, necessitando, porém, de uma neutralização posterior à hidrólise (WIGNALL & TATTERSON, 1976).

BERAQUET & GALACHO (1983), trabalhando com a adição de 3% em peso de ácido fórmico a 90%, concluíram ser este teor suficiente para preservar a silagem de peixe inteiro e resíduos de camarões durante o período de 30 dias de armazenagem.

Existem muitos estudos para redução do volume de lixo que é lançado diariamente no meio ambiente, contudo, desde o fim da década de 60, muitos pesquisadores vêm propondo soluções para o aproveitamento de vários tipos de resíduos oriundos de indústrias pesqueiras, os quais chamam atenção por serem importantes no setor de produção de alimentos e ração para animais ROMANELLI & SCHIMITD, 2003; BERMUDEZ et al. 1999).

De acordo com (ARAÚJO, 2006), a média em porcentagem da produção qualitativa e média quantitativa dos resíduos sólidos gerados por 3 amostras de barracas da praia do Futuro, com relação a restos de crustáceos e peixes é de 18,7%.

O objetivo da realização desse estudo e discussão sobre a problemática

dos resíduos de pescados gerados por quiosques e barracas de praia, está na busca de soluções mais sustentáveis para o destino final desse rejeito. Desse modo, este trabalho teve por objetivo analisar os componentes químicos do composto orgânico produzido provenientes do resíduo de pescado, e propor uma alternativa sustentável na busca de soluções mais adequadas no destino final deste rejeito (vísceras, cabeças, espinhas e escamas) descartados nas ruas por barracas da praia do Futuro e quiosques do mercado São Sebastião do município de Fortaleza, Estado do Ceará.

Contudo, entende-se que essa questão ainda é bastante complexa, exigindo atuação em diversas áreas de conhecimento que contemplem as questões ambientais, sociais e econômicas, de forma interdisciplinar e que integre a urbanização, meio ambiente e desenvolvimento sustentável.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado na área experimental do laboratório de sementes – LAS do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará – UFC, no município de Fortaleza – Ceará, no período de 1 julho a 31 de agosto, sobre condições ambientais naturais.

Para realização desse estudo, Inicialmente foram coletados 20kg de resíduo de peixe provenientes de quiosques do mercado São Sebastião e barracas da praia do Futuro de Fortaleza- Ceará.

Logo após a coleta, todo material foi triturado em um moinho e levado para a área experimental do laboratório de sementes da UFC. Para produção do composto orgânico foram utilizados 20kg de folhas secas, 20kg de húmus e 20kg de material triturado de resíduo de peixe. Durante o processo de compostagem a cada sete dias viravam-se a pilha do composto de modo que aerasse acelerando assim o processo de desmobilização do material a partir de microorganismos (bactérias e fungos). Foi mantido uma temperatura entre 40 e 50°C, molhando sempre que necessário. Ao completar sessenta dias o material foi todo peneirado, tornando-se pronto para o uso na agricultura.

Para avaliação nutricional do composto foi feita análise química dos macros e micros nutrientes do composto orgânico no laboratório de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (AOAC, 2010)

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Composição química da silagem biológica úmida e semi-seca**

Os resultados das análises da composição química da silagem biológica de resíduos de pescado nas formas, úmido e semi seco, estão apresentados na Tabela 1. Observou-se, que para as determinações de umidade, proteína, lipídios, cinzas, carboidratos, fibra total e valor calórico os valores para silagem úmida foram: 61,80% de umidade, 13,30% de proteína, 3,45% de lipídios, 6,85% de cinzas, 14,60% de carboidratos, e valor calórico 1.015,00 Kcal /100g. Para a silagem semi-seca a umidade foi de 14,34%, proteína 38,94%, lipídios 4,77%, cinzas 31,98%, carboidratos 9,97% e valor calórico 1.479,70 Kcal/kg . Esses resultados estão dentro da faixa citada por (CIFUENTES *et al.*, 1989 e KOMPIANG *et al.*, 1981) que encontraram valores na faixa de 70,02 para umidade, 14,52 para proteínas, 3,29 para gordura, 7,22 para cinzas, 13,80 para carboidratos e 1.079.00 para o valor calórico kcal/kg na silagem úmida, enquanto que na silagem semi-seca, os valores eram de 15,35 para umidade, 39,54 para proteína, 5,33 para gordura, 32,98 para cinzas, 9,76 para carboidratos e 1.389,90 para o valor calórico kcal/kg.

Observou-se que o teor de umidade na forma úmida que era de

61,80% reduziu-se para 14,34% na semi-seca, após exposição ao sol por 20 horas descontinuas, com uma redução essa equivalente a 23,20% do teor de umidade, com a consequente elevação no teor de nutrientes, o que contribuiu para melhorar o rendimento das rações contendo silagem biológica de resíduos de pescado e aumentar o tempo de preservação deste produto. Isto ocorreu provavelmente devido aos vegetais (repolho e mamão) e à farinha de trigo incorporada, o que transformou a silagem em uma massa rica em energia e proteína. Por outro lado, verificou-se, uma elevação expressiva da concentração de proteínas, de 13,30% na forma úmida para 38,94% na forma semi-seca. O teor de carboidratos na silagem de resíduos de pescado foi de 14,60% na forma úmida e de 9,97% após exposição ao sol por 20 horas, alterando assim as características energéticas das silagens em relação ao triturado de resíduos de pescado.

Estes dados estão de acordo com o relato de diversos autores que apresentam divergências na composição das silagens, atribuídas ao fato do uso de distintas matérias - primas, pois a composição dos resíduos ou dos peixes triturados inteiros, pode variar de acordo com a espécie, época do ano e

estágio reprodutivo (BACKHOFF, 1976; DISNEY *et al.*, 1978).

Segundo CIFUENTES *et al.* (1989), é natural a variação da composição das silagens feitas com resíduos de pescado, considerando-se a matéria prima utilizada, época do ano, principalmente, quando os resíduos são oriundos de pescado classificados como “gordo” com porcentagem acima de 8%. Os mesmos autores trabalhando com hidrolizado ácido de triturado de jurel (*Trachurus murphys*), obtiveram valores na composição química abaixo dos encontrados neste estudo: proteínas, 12,36%; gordura, 3,19%; cinzas, 5,87%; umidade, 53,64% e carboidratos, 11,94%, enquanto que LESSI *et al.* (1989), usando fermento biológico com resíduos de jaraqui (*Semaprochilodus spp*) peixe de água doce, encontraram valores para os teores de proteínas que variaram de 11,30% a 13,26%, teores de gordura de 6,17 a 8,63%, valores estes diferentes dos encontrados por CIFUENTES *et al.* (1989), que trabalhando com resíduos de bacalhau (*Gadus morhua*) a pH 3,8 – 4,0, encontraram, para proteína, 14,44%; e para gordura, 3,89%, não se distanciando muito dos obtidos neste trabalho.

(FREITAS, 1993) analisando dietas contendo silagem biológica de

pescados, no que tange à composição dos ingredientes, observou que os resíduos de pescado, partindo-se de carcaças dos peixes, incluindo-se quantidades consideráveis de cartilagens (colágeno, elástina e queratina), nadadeiras, bexiga natatória, espinhas, cabeças e guelras, constituem-se proteínas de boa qualidade, podendo levar a um alto valor biológico destas dietas. O mesmo autor admite que as fibras não fornecem energia líquida disponível (E.L.D.) para a maioria das espécies de peixes, e que os carboidratos, são relativamente difíceis de serem digeridos pelos peixes.

Segundo CASTAGNOLL (1979), a assimilação da matéria graxa, depende do ponto de fusão das gorduras, que está relacionado à extensão de sua cadeia carbônica e ao grau de insaturação, sendo que, com relação à digestibilidade dos

carboidratos, este autor afirma que esta é, inversamente proporcional ao número de carbonos na molécula do carboidrato, como mono e dissacarídeos, sendo mais digestíveis que o amido, que é mais que a celulose, pela maior complexidade desta última.

Quanto aos teores de gorduras das dietas com inclusão de silagem biológica de resíduos de pescados, notamos que este nutriente apresentou valores iguais a 2,95 com 10 % de S.B. Tabela 3; 3,18 com 20 % de S. B. Tabela 4 e 3,4 com 30 % de S. B. Tabela 5, valores estes abaixo do recomendado (4 a 8%) e dos aceitáveis com (4 a 10%) recomendados por (BACKHOFF, 1976). Vale salientar que foi realizada uma extração parcial da gordura através de fervura da massa triturada dos resíduos de pescado, em vasilhame do tipo caldeirão sobre chapa elétrica, por cerca de trinta minutos.



**Tabela 1- Composição química da silagem biológica de resíduos de pescado nas formas úmida e semi seca**

CONSTITUINTES	SILAGEM BIOLÓGICA (%)	
	ÚMIDA (%)	SEMI-SECA (%)
Umidade	61,80	14,34
Proteína bruta	13,30	38,94
Gordura	3,45	4,77
Cinzas	6,85	31,98
Carboídratos *	14,60	9,97
ELD Valor calórico (Kcal/kg)	1.015,00	1.479,70

\* Carboídratos obtidos por diferenças.

ELD – (Kcal/kg) - Energia líquida digestível.

### **Características organolépticas**

Segundo BERTULLO (1982), as características da qualidade organoléptica da silagem de pescado se baseiam no aroma, cor, consistência e eventualmente o sabor. Na Tabela 9, estão apresentados os resultados das características organolépticas na silagem biológica de pescado. Durante as primeiras 24 horas, a massa do triturado de peixe misturado com farinha de trigo, sal e fermento, apresentou cor rosada, indicando um desenvolvimento inicial de bactérias putrefativas, apresentando ainda textura firme, viscosa e odor natural de peixe.

Após o segundo dia, o produto foi escurecendo e sua consistência foi mudando, apresentando consistência alterada, podendo sentir-se um pequeno odor de sardinha em conserva, demonstrando que estas características foram alteradas com a ação das bactérias produtoras de ácido láctico, resultando conseqüentemente na redução do pH e aumento da acidez. As variações do pH e do teor de acidez, por um lado, beneficiaram a hidrólise das proteínas, e por outro lado, inibiram o crescimento das bactérias putrefativas (BEERLI, E.L.et al.2004). Observou-se ainda que após o primeiro dia de incubação a 30<sup>±</sup> 3°C, houve um

decréscimo no pH de 5,30 para 4,7 e, após o terceiro dia o pH começou a estabilizar-se em 4,0, ocorrendo o mesmo com o teor de acidez em ácido láctico, mas em um processo inverso, isto é, após o primeiro dia houve um aumento de 0,43 para 1,89% e do terceiro dia em diante começou a estabilizar-se em torno de 4,0 % (Figura 1). Com cinco dias a silagem

apresentou cor castanho escuro, característico da silagem biológica, quando utiliza fonte de carboídrato de farinha de trigo. A textura apresentou-se cremosa quase líquida, e o sabor, mostrou-se pouco adocicado e levemente amargo. As características organolépticas estão apresentadas na Tabela 2.

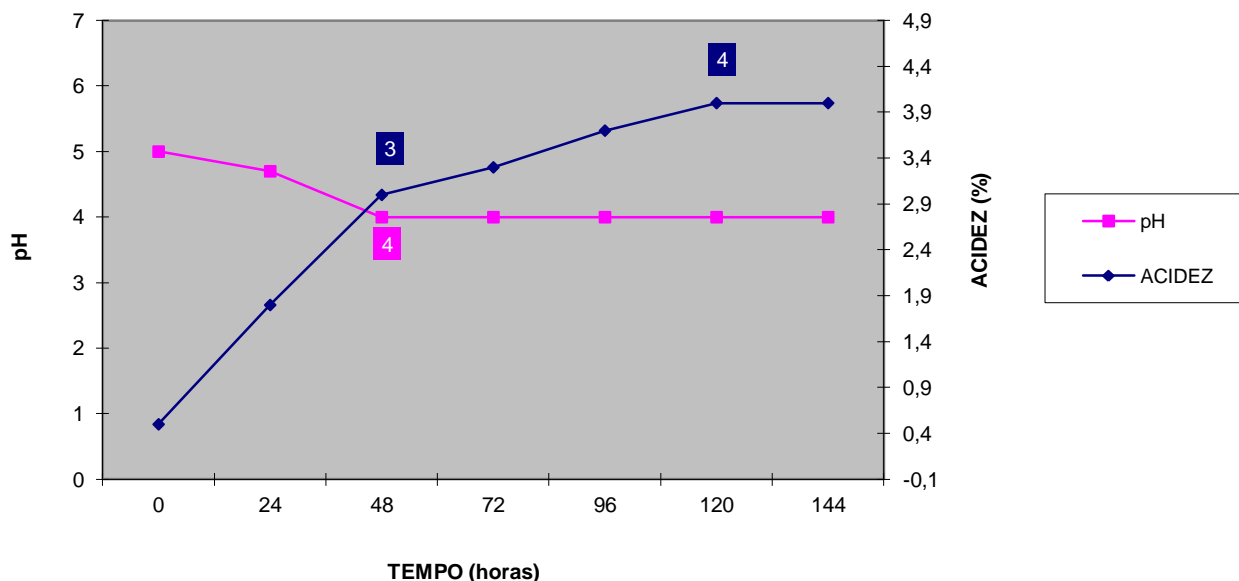
**Tabela 2. Características organolépticas da silagem biológica de resíduos de pescado**

<b>Parâmetros</b>	<b>Características organolépticas</b>
Cor	Castanho escuro
Odor	Cheiro suave de ácido
Textura	Cremosa quase líquida
Sabor	Adocicado e suavemente amargo

BACKHOFF (1976), trabalhando com silagem biológica de resíduos de pescado, faz referência a classificação como de boa qualidade uma silagem que apresente odor ácido suave, cor tentando para o marrom ou cinza claro, consistência líquida-pastosa ou líquida, sabor ácido suave e ligeiramente amargo, que coincide com as características da silagem obtida.

Segundo JOHNSEN & SKREDE (1981), para se obter uma silagem biológica estável deve-se

alcançar um pH menor ou igual a 4,0, mantendo-se estável durante 18 meses à temperatura ambiente Figura 1. Aos 5 dias, a silagem apresentou cor castanho escuro, própria de silagem biológica, que tem como fonte de carboidrato a farinha de trigo, sendo que a textura apresentou cremosa quase líquida, e o sabor, apresentou pouco adocicado e com leve gosto de amargo.



**Figura 1 - Variações no pH e acidez na silagem biológica de resíduos de pescado.**

Os parâmetros analisados quimicamente (macro e micro nutrientes) do composto orgânico apresentados no Quadro 1 revelam resultados interessantes, muitos deles em proporções bastante superiores aos nutrientes encontrados em esterco de gado, podendo de certa forma contribuir para um bom desempenho da cultura e fertilização do solo.

Dentre principais parâmetros analisados, o Nitrogênio, Fósforo e Cálcio ganharam destaques pelos valores percentuais.

O teor de Ferro foi bem expressivo na amostra, sendo muito

importante já que este é essencial ao metabolismo energético, atuando na fixação do nitrogênio e desenvolvimento do tronco e raízes. Quanto ao teor percentual de Cálcio, esse composto orgânico alternativo se apresenta como uma excelente fonte deste nutriente, contribuindo para melhoria e correção dos solos e servindo na estrutura da planta, como integrante da parede celular, sendo também indispensável para a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico.

**QUADRO 1. Dados sobre as análises das amostras do composto de pescado - UFC, Fortaleza – Ce, em 17 de setembro de 2012.**

<b>Parâmetros</b>	<b>Adubo de resíduo de pescado</b>
<b>Nitrogênio (%)</b>	1,26
<b>Fósforo (%)</b>	0,26
<b>Potássio (%)</b>	0,12
<b>Cálcio (%)</b>	1,83
<b>K<sub>2</sub>O (%)</b>	0,15
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%)</b>	0,59
<b>Magnésio (%)</b>	0,25
<b>Ferro (ppm)</b>	3.012,8
<b>Cobre (ppm)</b>	16,4
<b>Zinco (ppm)</b>	79,4
<b>Manganês (ppm)</b>	94,3

De maneira geral, os fertilizantes oriundos de resíduos de pescados mostraram-se bastante interessantes em alguns parâmetros, principalmente

### **Conclusão**

Portanto, o estudo conseguiu revelar a viabilidade do aproveitamento adequado dos resíduos de pescados como um fertilizante orgânico alternativo a partir da reciclagem e consequente produção de um adubo rico em nutrientes, sugerindo uma alternativa ecologicamente viável para estes resíduos orgânicos, sendo viável

macronutrientes, contudo, os micronutrientes não foram tão satisfatórios, exceto o Ferro.

ao agricultor, possibilitando uma alternativa a utilização de insumos químicos que causam danos ao homem e o meio ambiente. Além disso, contribuindo para o aumento da vida útil dos aterros sanitários e redução dos impactos ambientais.

## Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, Fábio Batista. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris*). Pelotas, RS. 2010. cadernos de Agroecologia.
- ARAÚJO, F.J. Aplicação do composto orgânico produzido a partir de caranguejo Uçá *Ucides cordatus cordatus* no cultivo de feijão caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. – Fortaleza – Ce, 2009.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington: AOAC, 2000.
- BEERLI, E.L. et al. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com utilização de ácido muriático. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.1, p. 195-198, 2004.
- BERMUDEZ, J.E. et al. Ensilage de vísceras de pescado bacham blanca (*Piaractus brachyomus*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde em uma dieta com aceite cruo de palma (*Elaeis guineensis-Elaeis oloifera*). **Livestock Reserch for Rural Development**, v. 11, n. 2, 1999.
- BORGHESI, R. et al. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **B. CEPPA**, Curitiba v. 25, n. 2, p. 329-339 jul/dez 2007.
- BORGHESI, R. et al. **Apparent digestibility coefficient of protein and amino acids of acid, Biological and enzymatic silage for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. **Aquaculture Nutrition**, V. 14, n. 3, p: 242-248, 2008.
- BOSCOLO, W.R. et al. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, p.443-447, 2004.
- BUENO, J.R. Silagem ácida de resíduos de filetagem de tilápias em rações de juvenis de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum** v. 29, n. 3, p. 339-344, 2007
- CARVALHO, G.G.P et al. Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.126-130, 2006.
- CISSE, A. et al. Use of chemical or biological fish silage as feed for *Chrysichthys nigrodigitatus* (Bagridae). **Aquatic Living Resources**. v.8, n.4, p.373-377, 1995.
- DA SILVA, S.S.; ANDERSON, T.A. **Fish nutriton in aquaculture**. London: Chapman & Hall. 1998. P.72-73, 319p.

- ESPE, M. et al. Nutrient absorption and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar salar* L.) fed fish protein concentrate. **Aquaculture**, v.174, p.119-137, 1999.
- FAGBENRO, O.; JAUNCEY, K. Physical and nutritional properties of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*), **Animal Feed Science and Technology**, v.71, p.11-18, 1999.
- FERNANDES, J.B.K. Fontes de fibra na alimentação do pacu: desempenho, composição corporal e morfometria intestinal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v.63 n.6 Belo Horizonte Dec. 2011.
- FERRAZ DE ARRUDA, L. et al. Fish silage in black bass (*Micropterus Salmoides*) feed as an alternative to fish meal. **Braz. arch. biol. technol.** v.52 n.5 Curitiba Sept./Oct. 2009.
- FERRAZ DE ARRUDA, L.F. et al. Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26. n. 4. 2006.
- GONÇALVES, L.U.; VIEGAS, E.M.M. Produção, caracterização e avaliação biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia-do-nilo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.4, p.1021-1028, 2007.
- MACH DIEP, T.N.; NORTVEDT, R. **Chemical and nutritional quality of silage made from raw or cooked lizard fish (*Saurida undosquamis*) and blue crab (*Portunus pelagicus*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 15, p: 2519-2526, 2009.**
- MACHADO, T.M. Silagem biológica de pescado. **Panorama da Aqüicultura**, v. 8, n. 47, p. 30-32, 1998.
- NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION. **ICN diet catalog.** Cleveland, NBC, 1977/78. p. 18-24.
- OLIVEIRA, M.M. et al. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.1196-1204, 2006.
- OLIVEIRA, S. A de. Limpeza Urbana: Aspectos Sociais, Econômicos e Ambientais. 2004. 113f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba/Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, 2004.

- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 11 ed. rev. ampl. Piracicaba, Nobel, 1985. p. 56-76.
- PORTZ, L.; CYRINO, J.E.P. Digestibility of nutrients and aminoacids of different protein sources in practical diets by largemouth bass *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802). **Aquaculture Research**, 36, p.19. 2004.
- ROMANELLI, P.F.; SCHIMITD, J. Estudo do aproveitamento das vísceras do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) em farinha de carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.23, p.131 –139, 2003.
- SALES, R.O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos**, 1995. 174p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
- SALES, R.O.; RODRIGUES, A.C.O.; AZEVEDO, A.R.; BISERRA, F.J.; ALVES, A.A. Utilização do nitrogênio de dietas para ovinos com diferentes níveis de silagem biológica de resíduos de pescado. **In: 39º Congresso Brasileiro de Zootecnia**. Anais... 2002. Recife – PE,
- SANTOS, N.F. & SALES. R.O. Avaliação da Qualidade Nutritiva das Silagens Biológicas de Resíduos de Pescado Armazenada por 30 dias e 90 dias em Temperatura Ambiente. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.5, n. 1, p. 01 – 11, 2011. 16p,
- SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduo de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.333-337, 2003.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 6 ed. Ames, Iowa State College Press, 1967. p 45-69.
- SOUZA, J.M.L.; SALES, R.O.; AZEVEDO, A. R. Avaliação do ganho de biomassa de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado.. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v.3, n. 1, p. 01 – 14, 2009. 19p,
- VIANA, M.T. et al. Effect of heated and unheated fish silage as a protein source in diets for abalone (*Haliotis fulgens*). **Journal of the World Aquaculture Society**, v.30, n.4, p.481-489, 1999.
- VIDOTTI, R.M. et al. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal**

**Feed Science and Technology**, v. 105,  
p. 199-204, 2003.

VIDOTTI, R.M. et al. Growth rate of  
pacu (*Piaractus mesopotamicus*),  
fingerlings fed diets containing co-dried  
fish silage as replacement of fish meal.

**Journal of Applied Aquaculture**, v.12,  
n.4, p.77-88, 2002.

VIDOTTI, R.M. et al. Amino acid  
composition of processed fish silage  
using different raw materials. **Animal  
Feed Science and Technology**, v. 105,  
p. 199-204, 2003.