

**Avaliação química da silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)<sup>1</sup>**

**André Luiz Torres de Oliveira <sup>2</sup>, Ronaldo de Oliveira Sales <sup>3</sup>, Fillipe Herbert Sales Bruno <sup>4</sup>; João Batista Santiago Freitas <sup>5</sup>**

---

**RESUMO:** Um terço da captura mundial de pescado não é empregada para o consumo direto na alimentação humana, segue para elaboração de rações ou é desperdiçada como resíduo. O ideal seria utilizar a matéria-prima em toda a sua extensão e recuperar os subprodutos, evitando a própria formação do resíduo. Com os objetivos de aumentar a receita e a eficiência de produção da indústria e, conseqüentemente, minimizar os problemas ambientais e de sanidade, provenientes do resíduo de pescado, procedeu-se à elaboração da silagem biológica do resíduo de beneficiamento de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) após homogeneização utilizando-se de resíduos de pescado, repolho (*Brassica oleracea*), mamão (*Carica papaya*), para elaboração do fermento biológico com manutenção do pH ao redor de 4,0. Foram realizadas análises para determinação do nitrogênio não-protéico, nitrogênio alfa-amínico, bases voláteis totais e ácido tiobarbitúrico (TBA). A silagem biológica apresentou um aumento gradual com o tempo de armazenagem da silagem, sendo acelerado no início e tornando-se estável após 30 dias de armazenagem. Com relação às bases voláteis totais, houve aumento significativo da produção de BVT sendo, portanto um indicativo de maior degradação de aminoácidos e proteínas por enzimas microbianas. A rancidez oxidativa da fase gordurosa da silagem de biológica de tilápia do Nilo apresentou um aumento substancial dos valores de TBA até 45,22 mg/100 g durante o período de armazenamento.

**Palavras-chave:** exploração, silagem de peixe, fertilizantes orgânicos.

## **Chemical and microbiological assessment of biological silage waste industries filleting fish Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)<sup>1</sup>**

**ABSTRACT:** A third of the world's fishing is not used for direct consumption in food, goes to the preparation of feed or wasted as waste. The ideal would be to use the raw material in its entire length and recover the byproducts, preventing the generation of waste. With the goals of increasing the income and production industry, and consequently minimize the environmental and health problems, from the fish waste, proceeded to the preparation of silage biological waste processing of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after homogenization using waste fish, cabbage (*Brassica oleracea*), papaya (*Carica papaya*), for the preparation of yeast to maintain the pH around 4.0. Analyses were conducted to determine the non-protein nitrogen, alpha-amino nitrogen, total volatile bases and thiobarbituric acid (TBA). The biological silage showed a gradual increase with time of storage of the silage, being accelerated at the beginning and became stable after 30 days of storage. With respect to total volatile bases a significant increase in the production of BVT is therefore indicative of further degradation of amino acids and proteins by microbial enzymes. The oxidative rancidity of the fat phase of silage biological Nile tilapia showed a substantial increase in TBA values up to 45.22 mg/100 g during the storage period.

**Keywords:** exploitation; fish silage; organic fertilizers.

---

1 Parte do Trabalho de Monografia - Projeto Financiado pela FUNCAP

2 Aluno de Graduação em Agronomia da UFC

3 Prof. Dr. DZ/CCA/UFC - Orientador

4 Aluno de Graduação em Agronomia da UFC

5 Laboratório de Sementes

### **Introdução**

A silagem biológica de resíduos de pescado (SBRP) é o produto da autólise ácida da proteína do pescado, em forma pastosa, que pode constituir fonte de proteína na formulação de rações para

os animais domésticos (BACKHOFF, 1976).

O valor nutricional da SBRP decorre da elevada digestibilidade da proteína, devido este constituinte ser bastante hidrolisado, e da presença de

lisina e triptofano, entre outros aminoácidos livres (HALL, 1985). Na SBRP intervêm vários fatores externos e intrínsecos, como o processamento do pescado e a degradação das proteínas e lipídeos que, em essência, resulta no seu significado (GREEN, 1984, PETERSEN, 1953, SIEBERG, 1961; SANTOS & SALES, 2011).

O valor nutricional da silagem de pescado está representado pela digestibilidade da proteína, que está bastante hidrolisada, além da presença de lisina e triptofano e outros aminoácidos essenciais (POULTER et al., 1980). Após a bioconversão, o produto é uma fonte de proteínas autolisadas de alta qualidade, podendo ser usado na alimentação animal e na elaboração de novos alimentos (DISNEY & JAMES, 1980). Assim, os procedimentos para redução dos custos das rações devem ser voltados para a redução do milho ou do farelo de soja por alimentos alternativos, energéticos ou protéicos que estejam disponíveis a preços compensadores, como também para o preparo de rações de baixo custo e alto valor nutricional para aves, bovinos, ovinos, peixes e outros animais domésticos (SEIBEL & SOARES, 2003).

O material autolisado caracteriza-se 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, 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).

Tais condições criadas pelo abaixamento do pH, devido à glicólise durante o "rigor-mortis", acabam por causar o rompimento das paredes do lisossoma, liberando as enzimas contidas, iniciando-se a hidrólise de proteínas e a ação de aminoácidos e peptídios, ocorrendo também a formação de pequenas quantidades de pirimidinas e bases purínicas, provenientes da desintegração dos ácidos nucléicos e lipídios, constituindo-se no fenômeno da autólise (RAA & GILDBERG, 1982). Em geral os resultados de alguns trabalhos mostram que a autólise em silagens feitas a partir dos resíduos (OLIVEIRA et al., 2012) seja

principalmente devido às enzimas do intestino que são espalhadas pela massa do peixe após a trituração (BACKHOFF, 1976). Isto é suportado pelo fato de que na silagem feita apenas com filés de pescado, a liquefação é pequena (WIGNALL & TATTERSON, 1976).

Na silagem, intervém uma série de fatores externos e outros intrínsecos, como o tipo de pré-processamento do peixe, temperatura ambiente, qualidade do ácido usado, época da captura e outros fatores cuja inter-relação resulta em uma degradação controlada das proteínas e lipídios (GREEN, 1984).

O presente trabalho objetivou a avaliação química e microbiológica da silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com inclusão de fermento biológico a fim de determinar a qualidade desta silagem armazenada por um período de 180 dias dando visibilidade o pH, o nitrogênio não proteico, N-alfa-aminico, bases voláteis total, peróxido, determinação do TBA e a contaminação dos micro-organismo.

#### **Material e Métodos**

A parte experimental deste trabalho foi desenvolvida no Laboratório

de carnes e Pescados do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Departamento de Zootecnia no Campus do Pici na Universidade Federal do Ceará (UFC).

#### **Material**

Para elaboração da silagem biológica (S.B.) utilizou-se: resíduos de pescado classificados como refugos provenientes das indústrias de pesca de Fortaleza-Ce, e, para o fermento biológico, repolho (*Brassica oleracea*); mamão (*Carica papaya*), farinha de trigo, vinagre de vinho tinto e sal de cozinha, adquiridos no mercado local.

#### **Elaboração do fermento biológico**

Para obtenção do fermento biológico utilizou-se; mamão e repolho que foram triturados e homogeneizados, e misturados com farinha de trigo, sal e vinagre, segundo a formulação de LUPIN (1983).

Repolho	41 %
Mamão	31 %
Farinha de trigo	17 %
Sal de cozinha	3%
Vinagre	8 %

Após homogeneização, foi acondicionado em saco de polietileno opaco para propiciar condições anaeróbias e evitar a influência de luz. O produto foi incubado durante 7 dias à

temperatura ambiente ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ) verificando-se o pH a cada 24 horas.

### **Obtenção da silagem biológica de pescado de resíduos de pescado**

Antes do preparo da silagem biológica, os resíduos foram descongelados, triturados em moinho picador de carne, equipado com placa de furos de 0,8 mm de diâmetro e misturado mediante agitação mecânica obtendo-se uma polpa fina e homogênea, quase pastosa. A silagem biológica de resíduos de pescado foi preparada a partir do fermento biológico, farinha de trigo, sal de cozinha, sal mineral e resíduos de pescado triturados em moinho, com matriz contendo furos de 8 mm de diâmetro.

A essa massa, foram introduzidos os ingredientes nas seguintes proporções:

Resíduos de Pescado	56%
Farinha de trigo	30 %
Sal de cozinha	4%
Fermento biológico	10 %

A mistura foi homogeneizada manualmente com espátula de madeira e acondicionada em balde plástico, durante 6 dias, à temperatura ambiente ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ). A cada 24 horas, determinou-se o pH. Após 6 dias de hidrólise, foi feita a

avaliação das características organolépticas da silagem, que, em seguida, foi exposta ao sol, em bandejas de alumínio inoxidável, durante 20 horas descontínuas para secagem.

### **Determinações químicas**

O pH foi determinado sobre amostras do fermento biológico, na silagem e na água dos tanques de acordo com AOAC (1980).

A acidez em ácido láctico foi determinada nas amostras do fermento e da silagem, por titulação com NaOH, 0,1 N, utilizando como indicador 0,5 ml de fenolftaleína 1,5 %. A quantidade utilizada de NaOH foi multiplicada pelo fator 0,009, que foi assumido como sendo do ácido láctico na amostra, de acordo com as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

O teor de proteína bruta pelo método de Kjeldahl usando-se 6,25 como total de conversão de nitrogênio para proteína bruta AOAC (1980). O teor de gordura foi determinado pelo método de extração contínua com éter de petróleo em extrator de Soxhlet durante 6 horas; as cinzas foram determinadas através da incineração em mufla a  $550^{\circ}\text{C}$  durante 4 horas; a umidade, por dessecação em estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  até peso constante.

### **Secagem e estocagem da silagem**

Completa a hidrólise das proteínas, após 7 dias de incubação, a silagem foi considerada concluída e, exposta ao sol por 20 horas descontínuas (temperatura média de  $40^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) até cerca de 14,34%, apresentando um rendimento de 32,73%. Este produto foi acondicionado em sacos plásticos de uso comum, em pacotes de 2 quilos, por um período de 180 dias, em temperatura ambiente, sem que houvesse nenhum desenvolvimento de microrganismos ou fungos.

### **Análises estatísticas**

O delineamento estatístico experimental utilizado nos ensaios biológicos foi o delineamento experimental inteiramente casualizado (PIMENTEL GOMES, 1985). Para comparação entre médias foi feita a análise de variância, que se diferenciam do teste F, analisadas de acordo com Tukey. Usou-se a regressão linear, pelo método dos mínimos quadrados, para definir as

Observa-se que para as 4 amostras dos resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo em períodos diferentes apresentaram um peso médio de 150 g (150-152 g), a média dos teores de umidade, lipídios e proteínas e cinzas

equações das retas de evolução ponderal dos animais nas diferentes dietas (SNEDECOR & COCHRAN, 1967).

### **Resultados e Discussão**

#### **Composição bromatológica dos resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

Os resultados dos teores de umidade, proteína bruta, lipídios e cinzas obtidos nos ensaios nas diversas amostras dos resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo estão apresentados na Tabela 1.

A maior variação ocorreu no teor de cinzas com um coeficiente de variação (CV) de 17,86% e, em seguida em menor grau pelos teores de lipídios, com um (CV) de 10,60%, seguida pela proteína, com um (CV) de 2,65% e finalmente a umidade com um (CV) de variação de 1,29%. A análise de variância não mostrou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os lotes para as variáveis, umidade, proteína, lipídios e cinzas.

corresponderam a 76,62% (76,61 - 76,64%) para umidade, 17,7 (17,7 - 17,8%) para proteína, 3,57% (3,55 - 3,59%) para lipídios e 2,33% (2,33 - 2,34%) para cinzas. Estes dados estão de acordo com o relato de FREITAS et al

(1982), que analisando a composição do híbrido de *Tilapia nilotica* com *Tilapia hornorum* verificaram que a proteína apresentou de 17,52 a 17,62%, umidade,

de 74,32% a 75,63%, cinzas, de 1,73 a 2,32% e 3,75 a 7,48% para lipídios de acordo com o lote analisado.

**Tabela 1.** Dados sobre umidade, proteína bruta (N x 6,25), lipídios e cinzas dos resíduos das Industrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), (peixe inteiro com vísceras, pele e escamas).

**Table 1.** Data on moisture, crude protein (N x 6.25), fat and ash waste from Industrias filleting of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) (whole fish with viscera, skin and scales).

Amostras	Época de	Umidade	Proteína	Lipídios	Cinzas
Samples	Coleta	%	%	%	%
	Season	Moisture %	Protein%	Lipids%	Ash%
	collection				
Lote 1	10/9/12	76,64a±1,50	17,07a±0,53	3,56a±0,00	2,33a±1,09
Lote 2	15/9/12	76,63a±0,71	17,08a±0,45	3,59a±0,14	2,34a±0,50
Lote 3	20/9/12	76,62a±0,48	17,07a±0,31	3,58a±0,05	2,35a±0,19
Lote 4	25/9/12	76,61a±1,01	17,08a±0,09	3,55a±0,64	2,33a±0,19
Média		76,62	17,07	3,57	2,33

1. Valores médios e desvios-padrão de 3 determinações.

a. Valores médios na mesma coluna assinalados com letras iguais não apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

### Composição bromatologica da silagem biológica dos resíduos das industrias de filetagem de tilápia do Nilo.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados da composição da silagem biológica de resíduos das industrias de filetagem de tilapia nas diversas amostras estudadas.

A análise de variância não mostrou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os lotes para as variáveis umidade,

proteína, lipídeos e cinzas, nas silagens de peixe. Estes resultados aproximam-se daqueles obtidos, segundo diferentes autores que encontraram teores protéicos que variaram para a silagem de vísceras entre 10,2 a 15,4% (STROM & EGGUM, 1981) de 12,4 a 15,4% para pescado inteiro (TATTERSON & WINDSOR, 1974), e de 12,8 a 14,2% para sardinha inteira (*Sardinella brasiliensis*) (BATISTA, 1987).

**Tabela 2.** Dados sobre a composição aproximada da silagem biológica dos resíduos das Industrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus*).

**Table 2.** Data on the approximate composition of biological silage waste of Industrias filleting of Nile tilapia (*Oreochomis niloticus*)

Amostras Samples	Época Coleta Season collection	Umidade % Moisture %	Proteína % Protein%	Lipídios % Lipids%	Cinzas % Ash%
Lote 1	10/10/12	77,24a±0,11	16,30a±0,07	3,28a±0,50	3,19a±0,01
Lote 2	15/10/12	77,25a±0,24	16,31a±0,21	3,27a±0,36	3,18a±0,01
Lote 3	20/10/12	77,26a±0,29	16,32a±0,05	3,26a±0,05	3,17a±0,08
Lote 4	25/10/12	77,27a±0,52	16,31a±0,12	3,25a±0,69	3,16a±0,09
Média		77,25	16,31	3,26	3,17

1. Valores médios e desvios-padrão de 3 determinações.

a. Valores médios na mesma coluna assinalados com letras iguais não apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ).

Como esperado, a composição centesimal da silagem de tilápia do Nilo foi praticamente a mesma da composição da matéria-prima que a originou, demonstrando homogeneidade do produto

Por outro lado, ainda, com relação à composição química, a mesma manteve-se constante ao longo do período de armazenagem. Com isso, a quantidade de 3% de ácido fórmico a 98%, em relação ao peso do peixe moído,

Para os quatro lotes da silagem biológica de resíduos das industrias de filetagem de tilapia, a média dos teores de

final, fato comprovado por outros autores (TIBBETTTS et al., 1981; BATISTA, 1987; WIGNAL & TATTERSON, 1976; GREEN et al., 1988).

geralmente recomendada na literatura (DISNEY & HOFFMAN, 1978; TATTERSON & WINDSOR, 1974), foi julgada satisfatória, não alterando os dados da composição centesimal.

umidade, proteínas, lipídios e cinzas corresponderam a 77,25% (77,24 - 77,27%) para umidade, 16,31% (16,30 -



16,32%) para proteínas, 3,26% (3,25-3,28%) para lipídios totais e 3,17% (3,16 - 3,19%) para cinzas, respectivamente. A maior variação ocorreu no teor de lipídios com um coeficiente de variação (CV) de

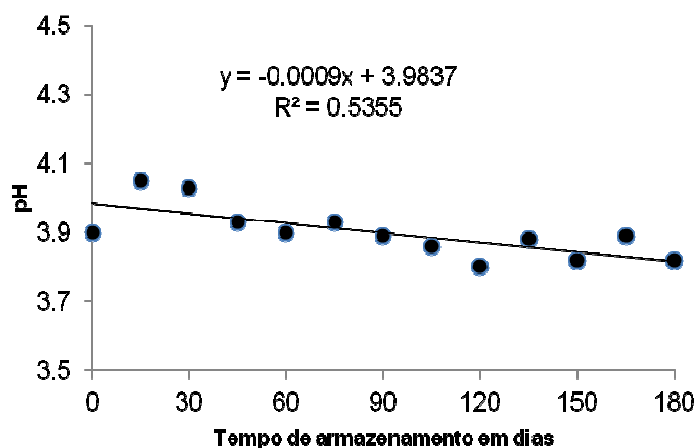
### Valores de pH da silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a armazenagem

A Figura 1 apresenta os valores de pH na silagem de resíduos de filetagem durante 180 dias de armazenagem. O material se liquefaz já na primeira semana sob efeito do ácido fórmico, mostrando-se praticamente

1,72%, seguido em menor grau pelo teor de cinzas com um (CV) de 1,65%, proteína com um (CV) de 0,87% e finalmente por umidade com um (CV) de 0,42%.

inalterado até os 60 dias de armazenagem, quando apresentou em média pH de 3,80.

Diversos autores, SOUZA et al., 2009; GILDBERG & RAA (1977), analisando o pH de diferentes silagens de pescado encontraram resultados semelhantes, na faixa de 3,8 a 4,2 enquanto BERAQUET & GALACHO (1983) obtiveram na faixa de 3,2 a 3,9 para sardinha (*Sardinella brasiliensis*) inteira.



**Figura 1.** Valores de pH na silagem biológica dos resíduos das Indústrias de filetagem de tilápia do Nilo durante 180 dias de armazenagem.

**Figure 1.** Valores silage pH in biological waste from filleting Industrias Nile tilapia during 180 days of storage.

BACKHOFF (1976) relata que a silagem convencional é acidificada a um pH de 3,9 - 4,2 , liquefazendo-se em três dias, à temperatura de 27 à 30°C, separando-se da camada lipídica, haja

Outros autores mostraram que a liquefação completa das silagens de peixe é favorecida por valores ácidos de pH 3,8 a 4,0 e temperatura acima de 27°C, sendo que as transformações mais óbvias que ocorrem durante a armazenagem da silagem de peixe são a autólise dos tecidos e liberação de amônia (DISNEY et al., 1979).

LINDGREN & PLEJE (1983) demonstraram existir uma relação entre o pH e teor de nitrogênio não-protéico, sendo que, à medida que diminui o pH, a

Para MAIA et al (2003) níveis de pH muito baixo ou muito altos reduzem ou até inibem a atividade microbiana. Mas de qualquer forma, e se principalmente a relação C/N da mistura

#### **Alterações na fração protéica**

**Conteúdo de nitrogênio não-protéico em relação ao nitrogênio total na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo, durante a armazenagem.**

A extensão da autólise (% de NNP) de diferentes partes do pescado está

vista que, nestas condições, não haverá crescimento de certos microrganismos que podem conduzir à putrefação da silagem conservando a sua qualidade inicial por muitos meses.

atividade proteolítica de certas enzimas é favorecida. Tais enzimas atuam sobre as proteínas do tecido muscular do pescado produzindo a autólise que conduz ao aumento do conteúdo de amônia, aminas, aminoácidos e peptídios dificultando a capacidade de armazenagem do material. Por outro lado, incrementando-se o pH, favorece-se a produção de ácido por parte das bactérias lácticas.

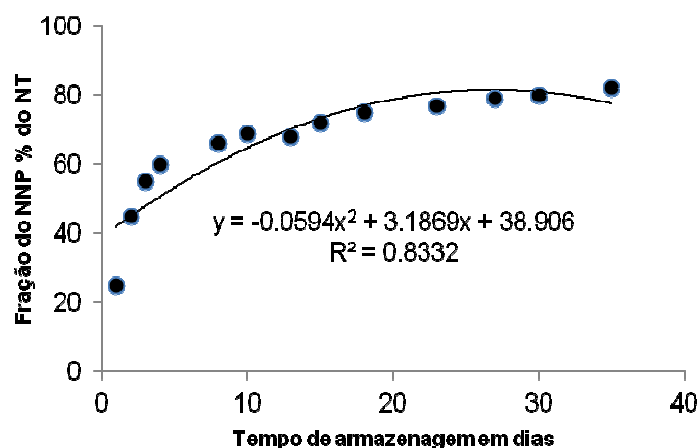
for satisfatória, o pH geralmente não é um fator crítico, visto que os microrganismos são capazes de produzir subprodutos ácidos ou básicos em função da necessidade do meio

relacionada com o material utilizado, com o peixe inteiro ou em partes, pois, durante o processo de acidificação da silagem as proteínas são degradadas a peptídes de baixo peso molecular e aminoácidos livres pela ação de enzimas naturalmente presentes no pescado. Conseqüentemente, a fração solúvel, isto é, não, precipitada

pelo ácido tricloroacético a 10% (p/v), aumenta, e a relação entre esse nitrogênio não-protéico e o nitrogênio total serve como índice do grau de solubilização da silagem.

Entretanto, podemos observar na Figura 2, que os valores da variação do nitrogênio não-protéico, sofreram um aumento no conteúdo de nitrogênio em relação ao nitrogênio total, durante 30

dias de armazenagem à temperatura de 25°C, sendo rápida nos primeiros dias, atingindo níveis entre 55 a 60 %, para em seguida tornar-se mais lenta. A partir desta data os valores de nitrogênio não-protéico exprimem valores constantes sem muito acréscimo dos valores iniciais, representada pela equação do tipo  $y = a.x/b + x$ , que representa uma hipérbole.



**Figura 2- Formação de nitrogênio não-protéico na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromi niloticus*) armazenada à temperatura de 22 - 25°C e pH 3,8 durante 30 dias.**

Figure 2 - Formation of non-protein nitrogen in silage biological waste from the filleting of Nile tilapia (*Oreochromi niloticus*) stored at 22 – 25°C and pH 3.8 for 30 days.

Segundo STONE & HARDY (1986), durante o processo de silagem, as proteínas são hidrolisadas pelas enzimas e o nitrogênio se torna mais solúvel. A proteólise na pele e vísceras é maior durante as primeiras 24 horas. O teor de solúvel aumenta de 10 a 20% nos primeiros dias de armazenagem a, por

exemplo, 23°C . Após 10 dias, o aumento é de 75% e após 1 mês, de 85%. Após 3 dias de silagem 50% do total de nitrogênio está sob a forma não protéica e o teor de aminoácidos livres aumenta rapidamente durante os cinco primeiros dias (SALES, 1995).

HALL et al (1985) mostraram mudanças no NNP solúvel durante o processo de silagem, demonstrando o padrão típico da liberação do nitrogênio a qual é rápida nos primeiros dias para em seguida se tornar mais lenta.

TATTERSON & WINDSOR (1974) mediram o NNP em silagens de peixe inteiro savelha (*Brevotia tyrannus*) a 28 - 30°C, e encontraram uma elevação (do nitrogênio não-protéico em relação ao nitrogênio total) de 14% a 39% depois de 7 dias, 46% depois de 14 dias e de 51% depois de 38 dias. Os mesmos autores mediram o NNP em silagens inteiras de vários peixes de água fria a 23°C e os resultados foram os mesmos para todas as espécies, porém para arenques jovens (*Spratus sprattus*) foram característicos, havendo uma elevação de temperatura (BACKHOFF, 1976; GREEN, 1984).

#### **Conteúdo de nitrogênio alfa-amínico na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo, durante a armazenagem**

A Figura 3, mostra a variação do teor de nitrogênio alfa-amínico ao longo do experimento na silagem de tilápia do

GREEN (1984) relata que o nitrogênio não-protéico não é indicado

(nitrogênio não-protéico em relação ao nitrogênio total) de 15 a 68% após 7 dias, e acima de 89% após 14 dias.

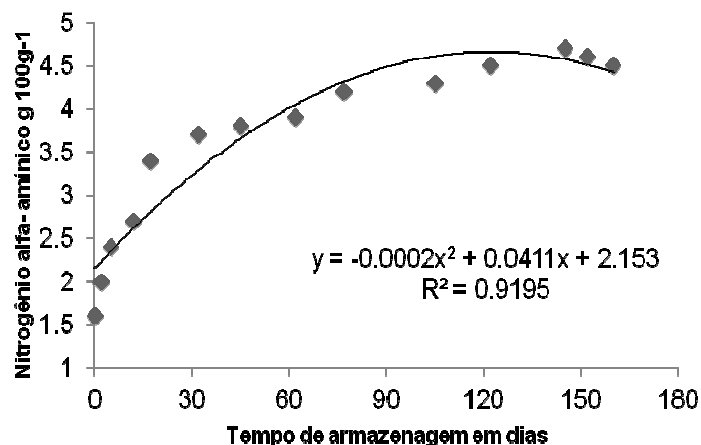
Resultados obtidos por BERAQUET & GALACHO (1983) trabalhando com três tipos de silagens de pescado, concluíram que, a solubilização foi mais rápida para a silagem de resíduos de pescada (*Cynosion steindachner*) e, que após uma semana apresentava cerca de 35% do nitrogênio total solubilizado, enquanto para as silagens de resíduos de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) os valores correspondentes foram de 25 a 32%. Para outros autores, a atividade autolítica na silagem é determinada principalmente pela atividade das enzimas digestivas no peixe inteiro, a qual por sua vez é afetada pela acidez e

Nilo de, 1,54 g a 4,34 g / 100g, respectivamente 1 a 180 dias após a liquefação da mistura, utilizando-se da equação  $y = x^{1/a} = b$ .

como avaliador do índice de frescor, mas tem importância para avaliação do

processo de armazenagem da silagem de pescado. O mesmo autor observa que, sua determinação resulta num índice para julgar as condições de conservação do

produto, assim como o tempo de armazenagem.



**Figura 3-** Valores do nitrogênio alfa-amínico na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenada à temperatura de 22-25°C e pH 3,8 durante 180 dias.

**Figure 3** - Values of alpha-amino nitrogen in silage biological waste from the filleting of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 22-25°C and pH 3.8 for 180 days.

Para o nitrogênio alfa-amínico observou-se um aumento gradual com o tempo de armazenagem da silagem na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo sendo acelerada no início do processo, tornando-se praticamente estável dos 60 aos 90 dias, voltando a crescer após os 90 dias de forma menos acentuada.

Essa acentuada inclinação do teor de nitrogênio alfa-amínico, durante as primeiras semanas de armazenagem a

25°C foi simultânea à elevação no conteúdo de nitrogênio não-protéico em relação ao nitrogênio total discutido previamente no item anterior, em que, na formação dos produtos de degradação protéica, ocorrendo também a formação de pequenas quantidades de pirimidinas e peptídios iniciando-se a hidrólise dificultando a capacidade de armazenagem do material como também a liberação de aminoácidos de reação alcalina pelo processo autolítico.

Em estudo conduzido com as silagens de vísceras do bacalhau (*Gadus morrhua*) RAA & GILDBERG (1976) relataram que a concentração de nitrogênio alfa-amínico aumenta durante a armazenagem, sendo bastante nítido no início do processo para em seguida tornar-se mais lento. Os mesmos autores observaram valores entre 1,62 a 4,45 g /100 g de nitrogênio alfa-amínico em silagens de vísceras de bacalhau (*Gadus morhua*) armazenada à temperatura ambiente durante 160 dias.

#### **Bases voláteis totais na silagem na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo.**

A Figura 4 mostra os valores da variação das bases voláteis totais. Na primeira fase até os 30 dias, observa-se uma inclinação suave da curva,

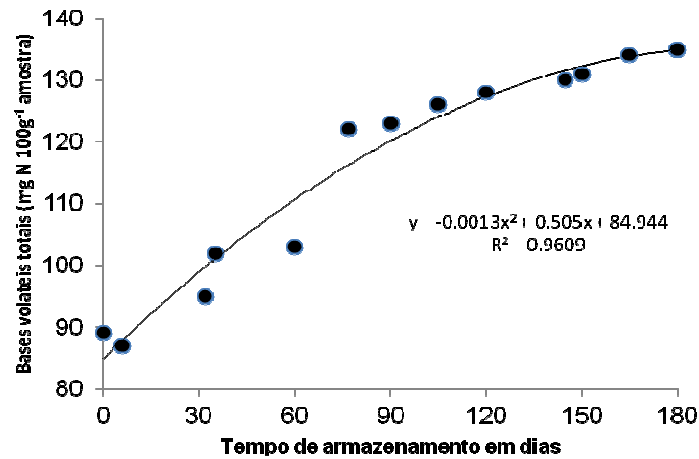
É importante salientar que, para certos tipos de silagens de peixe serem considerados de boa qualidade, eles devem apresentar teores de N-BVT inferior a 120 mg/ 100 g de silagem (BACKHOFF, 1976). Por sua vez JOHSEN & SKREDE (1981), sugerem como padrão tentativo, que a silagem de vísceras deva apresentar teores máximos de N-BVT na faixa de até 150 mg/100 g

demonstrando progressão lenta do processo representado por sigmóide de função  $y = (a - d) / (1 + (x - c)^b) + d$ , aumentando gradativamente de acordo com o tempo de armazenagem.

O valor das bases voláteis, embora tenha aumentado a partir do 80º dia, ainda se manteve dentro dos limites normais, se comparado com os 145 mg N/ 100 g assinalados como limite máximo para silagem de pescado, já que a putrefação estava inibida pelo teor de ácido do meio, sabendo-se no entanto que o nitrogênio volátil é um dos compostos resultantes da decomposição proteica (RAA & GILDBERG, 1982).

de silagem (MENDES & LAJOLO, 1975). O mesmo ocorreu com trabalhos apresentados por RAA & GILDBERG (1976), que encontraram valores de cerca de 130 mg/100 g de N-BVT na silagem de resíduos durante 110 dias de armazenagem, enquanto TATTERSON & WINDSOR (1974) informam que silagem de cabeça e vísceras apresentaram teores

de N-BVT acima de 110 mg /100 g de silagem.



**Figura 4** - Valores das bases voláteis totais na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenada à temperatura de 22-25°C e pH 3,8 durante 180 dias.

**Figure 4** - Values of total volatile bases in silage biological waste from the filleting of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 22 - 25°C and pH 3.8 for 180 days.

Outros autores julgam os altos valores de N-BVT observado no processo de silagem critérios negativos do estado sanitário, já que a putrefação estava inibida pelo teor de ácido adicionado ao meio (RAA & GILDBERG, 1982). Por outro lado, com base nas considerações anteriores, os teores de N-BVT encontrados no presente estudo evidenciaram que a silagem não permitiu

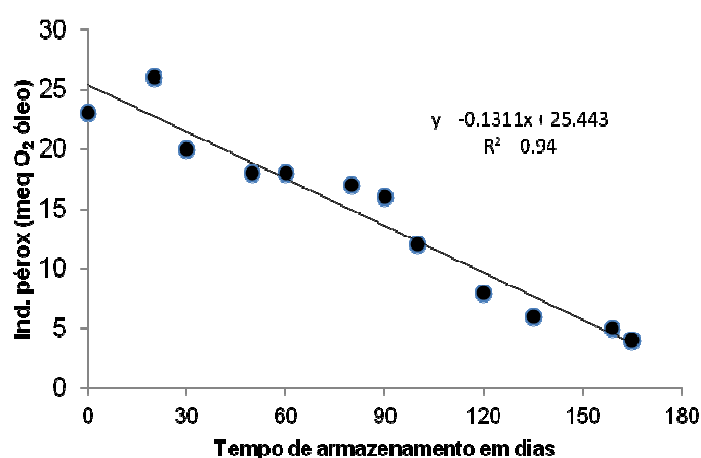
avanco de deterioração significativa, não sendo portanto considerados como critério negativos do estado sanitário da silagem. Contudo, a maior produção de N-BVT pelo processo de silagem também pode ser indicativa de maior degradação de aminoácidos e proteínas BACKHOFF (1976), advindo prejuízos no valor nutricional do produto (JOHNSEN & SKREDE, 1981).

#### **Valores do índice de peróxido na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo durante a armazenagem**

Os valores do índice de peróxidos na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo durante o processo de armazenagem estão apresentados na

Figura 5. Observou-se que esses valores decresceram linearmente e significativamente durante todo o período de armazenagem havendo decréscimo de 25,22 meq O<sub>2</sub>/kg do período o inicial até 5,40 meq O<sub>2</sub>/ kg na silagem biológica aos 180 dias.

Essa inclinação acentuada da reta representa de forma típica a decomposição dos peróxidos, que têm um valor máximo e logo decrescem, com o aumento das TBARS. Em produtos marinhos, valores de peróxidos de 25 a 30 meq O<sub>2</sub> /kg da gordura são considerados aceitáveis (LEA, 1962).



**Figura 5.** Valores dos índices de peróxidos na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenado à temperatura de 22-25°C e pH 3,8 durante 180 dias.

**Figure 5.** - Exchange rates of peroxides in biological silage waste industries filleting of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 22 - 25°C and pH 3.8 for 180 days.

Entretanto, uma concentração máxima de peróxidos foi registrada no 1º dia de armazenagem que, em seguida, diminuiu, provavelmente como resultado da decomposição dos peróxidos em produtos secundários, fato também observado por outros autores (LUNDBERG & JARVI, 1968; LABUZA, 1971), em silagens de pescado inteiro.

Assim, o índice de peróxido que mede a quantidade de oxidantes contidos numa determinada substância, assumindo que todos eles são peróxidos, apresentou um decréscimo nos valores a partir do 15º dia até atingir uma decomposição regular e constante, tendendo a uma estabilidade no fim do processo, fato observado também por LEA (1962), que faz algumas citações a respeito do assunto relatando



diminuição elevada desde o início não sendo observado odor de ranço no produto.

Segundo LOGANI & DAVIS (1980), as reações entre maiores níveis de peróxidos e proteínas causam a perda da

GREEN (1984), relata que os valores de peróxidos diminuem quadraticamente com o tempo de armazenagem de 16,3 meq O<sub>2</sub>/kg de óleo no 1<sup>o</sup> dia a um nível relativamente estável de aproximadamente 5,3 meq O<sub>2</sub>/kg de óleo do 40<sup>o</sup> dias a 111<sup>o</sup> dia de armazenagem.

O desenvolvimento de sabores incomuns na gordura é atribuído a estes produtos secundários de oxidação especialmente carbonílos (LABUZA, 1971).

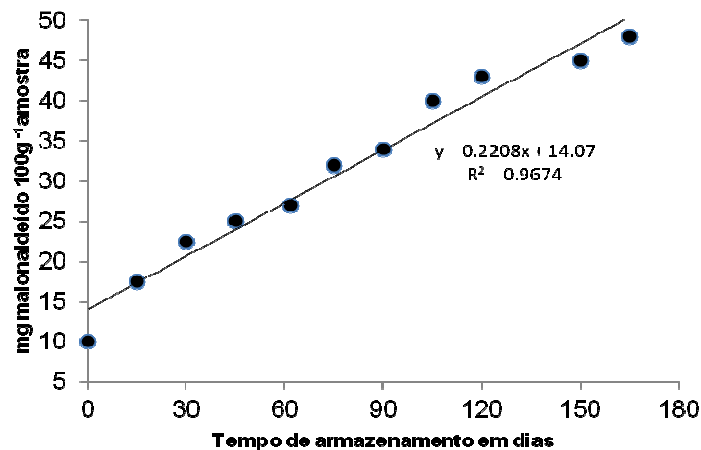
### **Teor de malonaldeído estimado pela técnica do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo**

A extensão da oxidação lipídica foi monitorada através do teste de TBA expresso pelo número de TBARS ou substâncias relativas ao ácido tiobarbitúrico em mg de malonaldeído/kg da amostra. A Figura 6, mostra a evolução do conteúdo em mg de

atividade enzimática, polimerização, quebra da cadeia polipeptídica, formação acelerada de pigmentos marrons e destruição de resíduos de aminoácidos lábeis, não observado no presente trabalho.

malonaldeído/100g da mostra durante 180 dias de armazenagem. Observa-se que, em relação aos teores de malonaldeído na silagem de tilápia do Nilo durante o período de armazenagem foi possível estabelecer relação linear entre o teor de malonaldeído e o tempo de armazenagem. Esta correlação foi forte e positiva, com coeficiente de correlação de Pearson,  $r$  próximo a unidade, de acordo com a equação  $y = 2,09 x + 14,22$ ,  $r = 0,9834$ .

GREEN (1984), o número de TBA entre 20 - 40 mg 100g estaria associado ao limiar de percepção do sabor de ranço referente à silagem, indicando que nessa faixa os valores seriam muito baixos. Entretanto, esse aumento no valor de TBA em silagem de peixe tem sido atribuído à reação do malonaldeído com as proteínas musculares, sendo que este fato ilustra a dificuldade de se estabelecer valores de TBA claramente associados a distintos estágios de deterioração oxidativa (HALL, 1985).



**Figura 6** - Teores de malonaldeído na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) armazenado à temperatura de 22-25°C e pH 3,8 durante 180 dias.

Figure 6. Levels of malondialdehyde in biological silage waste industries filleting of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) stored at 22 - 25°C and pH 3.8 for 180 days.

De acordo com SINNHUBER & YU (1958) o método mede a intensidade da cor desenvolvida a 535 nm, quando o material contendo lípidos instaurados oxidados, é colocado em reação com o ácido 2-tiobarbiturico em meio ácido; a intensidade de cor é uma medida da formação de um pigmento vermelho, composto de 2 moléculas de TBA e 1 de malonaldeído que é um produto de degradação secundária da autooxidação de lípidios. Assume-se que a intensidade da cor é uma medida da concentração do malonaldeído. A concentração de malonaldeído tem sido positivamente correlacionada com a rancidez oxidante (GRAY, 1978)

De um modo geral, a oxidação da silagem, medida pelo nível de malonaldeído formado, apresentou um aumento progressivo significativo da produção de malonaldeído durante o curso da armazenagem, atingindo 45 mg em 180 dias. Possivelmente, os compostos que reagem como o ácido tiobarbitúrico que são de estrutura semelhante ao aldeído malônico, são carregados pela silagem, já que são parcialmente solúveis em água.

### Conclusões

O método de obtenção da silagem biológica, é bastante simples e versátil, constituindo-se numa fonte de aminoácidos livres de alta qualidade.

No nitrogênio não-protéico e nitrogênio alfa-amínico, observou-se um aumento gradual com o tempo de armazenagem da silagem, sendo acelerado no início e tornando-se estável após 30 dias, indicando que a autólise se após este período de tempo.

Em relação às bases voláteis totais, observou-se que a partir dos 90 dias, houve aumento significativo da produção de BVT sendo, portanto um indicativo de maior degradação de aminoácidos e proteínas por enzimas microbianas, permitindo o avanço da deterioração significativa do produto afetando os parâmetros de qualidade da silagem. Embora o valor das BVT tenha aumentado, ainda se manteve dentro dos limites normais se comparado com os 140 mg N / 100 g assinalados como limite máximo para silagem de peixe.

A rancidez oxidativa da fase gordurosa da silagem de tilápia do Nilo apresentou-se baixa durante a moagem e adição de ácido, com valores de TBA na faixa de 10,29 mg/100 g nas primeiras 24 horas. Porém, houve um aumento substancial dos valores de TBA até 45,22 mg/100 g durante o período de armazenagem à temperatura ambiente devido à prolongada exposição do

produto ao oxigênio do ar e à temperaturas de armazenagem, condições estas apropriadas para este tipo de reação oxidativa.

### Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13. ed. Washington, 1980. 650p.
- BACKHOFF, H.P. Some chemical changes in fish silage. **J. Food Technol.**, v. 11, p. 353-63, 1976.
- BATISTA, I. Fish silage: preparation and uses. In: BRUNO, A. ed. Nutrition in marine aquaculture. Tunis, FAO/UNDP/MEDRAP, p. 227-248. 1987.
- DISNEY, J.G. & JAMES, D. (ed) Fish silage production and its use. Rome, FAO, 1980. 105p. (FAO Fish Rep. No. 230).
- DISNEY, J.G. & HOFFMAN A. Development of a fish silage/ carbohydrate animal feed for use in the tropics. **Tropical Sci.**, v. 20, n. 2, p. 129-135, 1978.

- DISNEY, J.G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J.; CLUCAS, I.J.; BARRANCO, A.; FRANCIS, B.J. Developement of a fish silage/carbohydrate animal feed for use in the tropics. **Tropical Science**, v. 20, n, 2, p. 129-44, 1979.
- FREITAS, J.F.F.; GURGEL, J.J.S.; MACHADO, Z.L. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal, da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (L.), do açude público "Paulo Sarasate" (Reriutaba, Ceará, Brasil), durante os anos de 1978 e 1979. Bol. Tecn. DNOCS, v. 37, n. 1. p. 135-51, 1979.
- GILDBERG, A. & RAA J. Properties of propionic acid/formic acid preserved silage of cod viscera. **J. Sci. Food Agric.**, v. 28, n. 3, p. 647-53, 1977.
- GRAY, J.I. Measurement of lipid oxidation. A review. **J. Am. Oil. Chem. Soc.**, v. 55, n. 7 p. 539-46, 1978.
- GREEN, S.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. Examination of stability, and its effect on nutritive value, of fish silage in diets for growing pigs. **Animal Feed Sci. Technol.**, v. 21, n. 1, p. 43-56, 1988.
- GREEN, S. The use of fish silage in pig nutrition. Nottingham, 1984. 230p. Thesis (Ph.D.) UNiversity of Nottingham.
- HALL, G.M. Silage from tropical fish. Norttingham, 1985. 278p. Thesis (Ph.D.) - University of Norttingham.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ Normas Analíticas. Vol. I: Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 371p, 1985.
- JOHNSEN, F. & SKREDE, A. Evaluation of fish viscera silage as a feed resource. **Acta. Agric. Scand.**, v. 31, p. 21-8, 1981
- KOMPIANG. I.P.; YUSHADI, S.; CRESSWELL, D.C. Microbial fish silage: chemical composition, fermentation characteristics and nutritional value. In: DISNEY, J.G.; JAMES, D. ed. Fish silage production and its use. Rome, FAO, 1980. p. 38-43 (FAO Fish Rep. 230)
- LABUZA, T.P Kinetics of lipid oxidation in foods. **Crit. Rev. Food Technol.**, v. 2, p. 355-8, 1971.
- LEA, C.H. In: Lipids and their oxidation. SCHULTZ, H.W. DAY, E.A.; SINNHUBER, R.O. ed. Westport, AVI., p. 5-12. 1962.
- LINDGREN, S. & PLEJE, M. Silage fermentation on fish waste products with lactic acid bacteria. **J. Sci. Food Agric.**, v. 34, p. 1057-67, 1983.

- LOGANI, M.K. & DAVIS, S. Lipid oxidation: biological effects and antioxidants: A review. **Lipids**. v. 15, n. 6, p. 485-95, 1980.
- LUNDBERG, W.O. & JARVI, P. Peroxidation of polynsaturated fatty compounds. In: HOMAN, R.T.ed. Progress in the chemistry of fats and other lipids. Oxford; **Pergamon Press.**, 1968.v. 9, pt.3, p. 35-52.
- LUPÍN, H. M. Seminario sobre manipuleo, procesamiento, mercadeo y distribución de los productos de la pesca continental en America latina: ensilado biologico de pescado una propuesta para la utilización de residuos de la pesca continental en America Latina. In: Comision de pesca continental para America latina (COPESCAL), Mexico, D. F., 1983. 12p.
- MAIA, C.M.B.F.; BUDIÁK, C.R.; PAIXÃO, R.E MARGRICH, A.S. Compostagem de Resíduos Florestais: um guia para produção de húmus através da reciclagem e aproveitamento de resíduos florestais. Colombo: Embrapa Florestais, 2003. 28p. (EMBRAPA, documentos, 87).
- MENDES, M.H.M. & LAJOLO, F.M. Evolução das bases voláteis totais e de trimetilamina em pescados e seu uso como indicador de qualidade. **Rev. Farm. Bioquim.**, Universidade de São Paulo. v. 13, n. 2, p. 303-22, 1975
- OLIVEIRA, A.L.T.; SALES, R.O.; FREITAS, J.B.S.; LIMA LOPES, J.E. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 06, n. 2, p. 1-16, jul-dez, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20120003>
- PETERSEN, H. Acid preserved of fish and fish offal. **FAO Fish. Bull.**, v. 6, n. 1, p. 18-22, 1953.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 11 ed. rev. ampl. Piracicaba, Nobel. p. 56-76. 1985.
- POULTER, R.G.; JAYAWARDENA, K.M.; GANEGODA, P.; RANAWEERA, K.N.P. Studies on fish silage in Sri Lanka - A summary. In: GILDBERG, A. ed. **Fish silage production and its use**. Sri Lanka, Editora, 1980 (FAO Fisheries Report, n.230). p. 64-6.
- RAA, J. & GILDBERG, A. Fish Silage; a review. **CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 16, n. 4, p. 383-419, 1982.
- RAA, J.; GILDBERG, A. Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. **J. Food Technol.**, v. 11, p. 619-28, 1976.

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.

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. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/19812965.20110001>

SEIBEL, N.F. & SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.333-337, 2003.

SIEBERT, G. Enzymes of marine fish muscle and their role in fish spoilage. In: HEEN, E.; KREUZER, R. ed. Fish in nutrition. London, Fishing News Books, 1961. p 80-7.

SINNHUBER, R.O. & YU, T.C. 2-Thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. II. The quantitative determination of malonaldehyde. **Food Technol.**, v. 12, p. 9-12, 1958.

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. 1-14, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/19812965.20090001>

STONE, F.E.; HARDY, R.W. Nutritional value of acid stabilised silage and liquified fish protein. **J. Sci. Food Agric.**, v. 37. p. 797-802, 1986.

STROM, T. & EGGUM, B.O. Nutritional value of fish viscera silage. **J. Sci., Food Agric.**, v. 32, p. 115-7, 1981.

TATTERSON, I.N. & WINDSOR, M.L. Fish Silage. **J. Sci. Food Agric.**, v. 25, p. 369-79, 1974.

TIBBETS, G.W.; SEERLEY, R.W.;  
McCAMPBELL, H.C.; VEZEY, S.A. An  
evaluation of an ensiled waste fish  
product in swine diets. **J. Animal Sc.**, v.  
52, p. 93-100, 1981.

WIGNALL, J. & TATTERSON, I.N.  
Fish silage. **Process. Biochem.**, v. 11, p.  
17-22, 1976