

Efeito da inclusão de silagem biológica de resíduos de pescado sobre a digestibilidade de dietas para ovinos ¹

Effect of the inclusion of biological silage of fish residues in the digestibility of diets for sheeps ¹

Augusto César de Oliveira Rodrigues ², Ronaldo de Oliveira Sales ³, Abelardo Ribeiro de Azevedo ⁴ Arnaud Azevêdo Alves ⁵

Resumo: Avaliou-se o efeito da inclusão de silagem biológica de resíduos de pescado (SBRP) sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN) e energia (DE) de dietas para ovinos. Durante 21 dias (14 para adaptação e ajustes e 7 para coletas), 16 ovinos machos, mestiços da raça Morada Nova, caudectomizados, com peso vivo médio 30 kg, foram alojados em gaiolas de metabolismo, seguindo-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (Níveis de SBRP nas dietas: T1=0 %, T2=5 %, T3=10 % e T4=15 %) e quatro repetições. Não verificou-se diferença significativa ($P>0,05$) para DMS, DMO, DFDN e DE, com médias de 65,54; 86,20; 62,08 e 63,97 %, respectivamente. A DPB diferiu significativamente ($P<0,05$) entre tratamentos, com os valores 78,03a, 76,89ab, 72,44b e 73,04b, para os tratamentos T1, T2, T3 e T4. A SBRP, nos níveis adotados nesta pesquisa, se constitui em um produto de qualidade nutricional adequada ao uso como ingrediente protéico em dietas para ovinos.

Palavras chave: processamento do pescado, silagem de pescado, subproduto

Abstract: The objective of this research was to evaluate the effect of the inclusion of biological silage of fish residues (BSFR) in the digestibility of the dry matter (DMD), organic matter (OMD), crude protein (CPD), neutral detergent fiber (NDFD) and energy (ED). During 21 days (14 for adaptation and 7 for collections), 16 sheeps of Morada Nova crossbreed, caudectomized, with 30 kg of life weight were put in metabolism cages, distributed in a completely randomized experimental design, with four treatments (Levels of BSFR in the diets: T1=0 %, T2=5 %, T3=10 % and T4=15 %) and four replications. There were no significative differences ($P>0.05$) for DMD, OMD, NDFD and ED, with the values 65.5, 86.2, 62.1 and 63.1 %, respectively. Its was observated significative differences ($P<0.05$) for CPD, which were, 78.0a, 76.9ab, 72.4b and 73.0b, to the treatments T1, T2, T3 and T4, respectively. In the levels evaluated, BSFR is a product of nutritional quality for use as proteic ingredient in diets for sheeps.

Keywords: byproduct fish processing fish silage

<http://dx.doi.org/>

Received on 21.1.2023 Accepted on 30.1.2023

*Corresponding Author: ronaldosales@secrel.com.br

1. Projeto financiado pela FUNCAP

2. Med. Vet., Mestre em Zootecnia do IPESAP/ RURAP, Amapá

3. Prof. Doutor do Departamento de Zootecnia do CCA/UFC,

4. Pesquisador Doutor do PARTEC-NUTEC/UFC

5. Prof. Adjunto do DZO/CCA/UFPI, Doutorando em Zootecnia/UFC, Bolsista da CAPES, (arnaud@daterranet.com.br).

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 (JOHNSEN, 1981). 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 e BACKHOFF, 1976, SALES, et al., 2013). 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). Apesar da disponibilidade de resíduos de pescado no Brasil para processamento na forma de silagem biológica, há necessidade de

pesquisas visando seu uso na alimentação de ruminantes. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de silagem biológica de resíduos de pescado sobre a digestibilidade de dietas para ovinos.

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 24h. O teor de solúveis aumenta de 10,0 a 20,0% nos primeiros dias de estocagem a, por exemplo, 23°C. Após dez dias, o aumento é de 75,0% e após um mês, de 85,0%. Após três dias de silagem 50,0% do total de nitrogênio está sob a forma não protéica e o teor de aminoácidos livres aumenta rapidamente durante os cinco primeiros dias (BACKHOFF, 1976; STONE; HARDY, 1986; WINDSOR, 1979). Os aminoácidos são relativamente estáveis na silagem de pescado, mas na

hidrólise ácida, observa-se uma diminuição do triptofano e uma elevada estabilidade da histidina. A tirosina se separa progressivamente da fase aquosa por cristalização e a metionina é estável em meio ácido (JACKSON *et al.*, 1984). JOHNSEN, F. (1981), relata que o triptofano tende a se decompor nas silagens ácidas, mas a metionina e histidina são mais estáveis. Também foi observado que, em silagem de vísceras de bacalhau armazenadas por 220 dias a 27°C, somente 8,0% de nitrogênio amino se transformou em amônia, o que é muito importante. Entretanto, se a amônia se forma a partir dos aminoácidos essenciais, aumenta a possibilidade de manutenção do valor nutricional. (BACKHOFF, 1976; HALL *et al.*, 1985b; JACKSON *et al.*, 1984; RAA; GILDBERG, 1982).

A maior importância da silagem está na sua utilização para a formulação de rações destinadas aos animais domésticos. Em vários países, principalmente na região temperada do hemisfério norte, tem-se elaborado hidrolisado de pescado com vistas ao preparo de rações de baixo custo e alto valor nutricional para aves, suínos, bovinos, ovinos, peixes e outros animais domésticos. Portanto é necessário que seja dispensado um maior aprofundamento científico e tecnológico e também de aplicação, para que

a indústria pesqueira desperte a atenção para o aproveitamento racional destes resíduos que, via de regra, nesta região são recursos abundantemente disponíveis.

Segundo (KELLEMS, *et. al.*, 1980), através da utilização de um processo enzimático de liquefação, estes resíduos podem ser eficientemente convertidos em um liquefeito de pescado, que pode ser utilizado como uma fonte suplementar de proteína.

Estudos com ruminantes têm sido conduzidos para avaliar uma variedade de recursos alimentares potenciais derivados dos resíduos do processamento da indústria pesqueira, tais como a proteína de peixe liquefeita enzimaticamente (GEERKEN, 1978), silagem de pescado (WIGNALL & TETTERSON, 1977), proteína de peixe concentrada (GUILLOTEAU *et. al.*, 1974) e solúveis de pescado (VELOSO *et. al.*, 1971), adição de silagem ácida da despesca SALES, *et al.*, 2014), avaliação da Qualidade Nutritiva das Silagens Biológicas de Resíduos de Pescado SANTOS, *et al.*, 2011, avaliação do ganho de biomassa de alevinos de tilápia SOUZA, *et al.*, 2009). As respostas animais têm sido variáveis dependendo da fonte do produto, bem como do modo de utilização. Em experimento com ovinos confinados, avaliando a utilização de liquefeito de

pescado como suplementação protéica SHQUEIR et. al. (1984), não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis desempenho e digestibilidade. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a digestibilidade das dietas para ovinos contendo diferentes níveis de SBRP em substituição ao farelo de soja, através da análise da composição químico-bromatológica das dietas utilizadas nos tratamentos experimentais, e dos coeficientes de digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com HARRIES (1970).

MATERIAL E MÉTODOS

Localização do Experimento

O experimento foi realizado no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), no Campus do Pici, no Município de Fortaleza, a 15,49m de altitude, 3° 43'02'', de latitude sul e 38°32'35'' de longitude oeste. O clima característico é quente e seco, com chuvas no verão.

Obtenção do Feno de Capim Tifton 85

O Feno de capim Tifton 85 foi obtido em um ponto de venda de alimentos para

ruuminantes, localizado no município de Caucaia – CE. Os procedimentos laboratoriais foram realizados para determinação da matéria seca e proteína bruta, que apresentaram valores de 90,37 e 5,04%, respectivamente.

Os fardos de feno foram triturados, acondicionados em sacos plásticos e armazenados em depósitos sobre estrados de madeira até o momento da mistura com o concentrado, para em seguida serem fornecidos aos animais.

Elaboração do Fermento Biológico

Para o preparo do fermento biológico utilizaram-se os seguintes ingredientes: restos de repolho (*Brassica oleracea*) e mamão (*Carica papaya*), adquiridos no CEASA que foram triturados e misturados a farinha de trigo, vinagre de vinho tinto e sal de cozinha, obtidos no mercado local e em seguida homogeneizados, segundo a formulação de LUPIN (1983).

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

Após a homogeneização o material foi acondicionado em sacos de polietileno

opacos para propiciar condições anaeróbicas e evitar a influência de luz. O produto foi encubado durante 14 dias à temperatura ambiente ($\pm 30^{\circ}$ C) verificando-se o pH a cada 24 horas, até a sua estabilização em torno de 4,5 que ocorreu por volta do décimo segundo dia após a mistura dos ingredientes.

Obtenção dos resíduos de pescado

Os resíduos de pescados foram adquiridos em entrepostos de pesca, sendo colocados em caixas plásticas contendo camadas de gelo picado e transportados para o laboratório, onde foram mantidos em congelamento (-5° C) até a sua utilização.

Para a trituração dos resíduos realizou-se uma seleção prévia para separação das partículas indesejáveis. Em seguida foram colocados em moinho com malha de 0,8mm, obtendo-se desta forma um produto apresentando consistência pastosa, com aroma característico suave de ácido e coloração variando do castanho claro ao castanho escuro.

Preparo da Silagem Biológica de Resíduos de Pescado

A silagem biológica foi preparada a partir da união do fermento biológico com os resíduos de pescado,

misturados mediante agitação mecânica onde se obteve uma polpa fina e homogênea quase pastosa. A mistura foi homogeneizada duas vezes ao dia manualmente com espátula de madeira e acondicionada em baldes de plástico, durante 6 dias, a temperatura ambiente (de 26 a 30° C). A cada 24 horas determinou-se o pH que se estabilizou em torno de 4,0 após o sexto dia de armazenamento. As proporções de ingredientes utilizados para a preparação da silagem são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1. Ingredientes utilizados na preparação da SBRP

Ingredientes	%
Resíduos de pescados	56
Fermento biológico	10
Farinha de trigo	30
NaCl	4

A qualidade da SBRP foi acompanhada através de observações das características organolépticas do produto tendo por base aroma, cor e consistência, sendo que estas características foram mudando à medida que aumentava a ação das bactérias produtoras de ácido lático, resultando no abaixamento do pH e conseqüentemente o aumento da acidez

(BERTULLO, 1989).

Secagem e armazenamento da Silagem Biológica de Resíduos de Pescado

Completada a hidrólise das proteínas, após 7 dias de incubação, a silagem foi peletizada e submetida à secagem em estufa de ar forçado por um período de 72 horas descontínuas. Em seguida foi remoída, homogeneizada e acondicionada em sacos de plástico e armazenada sobre estrados de madeira, à temperatura ambiente $27^{\circ}\pm 3^{\circ}$ C, por um

período de 30 dias para em seguida ser utilizada na formulação dos concentrados das dietas fornecidas durante o período experimental.

Formulação das dietas

Foram formuladas 4 dietas, sendo todas elas constituídas de 70% de alimento volumoso, feno de Tifton e 30% de alimento concentrado (farelo de soja, SBRP, farelo de trigo e farelo de milho), de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Concentrados Utilizados na elaboração das dietas experimentais

Ingredientes (Kg)	T 1	(%)	T 2	(%)	T 3	(%)	T 4	(%)
Farelo de soja	26,66	66,66	20,00	50,00	13,33	33,33	6,66	16,66
SBRP	0	0	6,66	16,66	13,33	33,33	20,00	50,00
Farelo de trigo	2,67	6,67	6,84	13,34	8,00	20,00	10,66	26,66
Farelo de milho	10,67	26,67	8,40	20,00	5,34	13,34	2,68	6,68
Total (Kg)	40,00	100,00	40,00	100,00	40,00	100,00	40,00	100,00

O método para a formulação dos concentrados foi o quadrado de Pearson (ISLABÃO, 1978), tendo como referencial as exigências nutricionais da NRC (1988).

Delineamento Experimental

Foram utilizados 16 ovinos machos inteiros, caudectomizados, da raça morada nova, variedade branca, com idade média

aproximada de 8 meses e peso médio de 30Kg. Os animais foram vermifugados e colocados em gaiolas metabólicas individuais, utilizando sacolas coletoras de fezes que foram esvaziadas duas vezes ao dia. Os alimentos, foram misturados no momento de serem oferecidos, o que ocorreu duas vezes ao dia (8:00 e 16:00h), em quantidades iguais de 700g (490g de

volumoso e 210g de concentrado).

A coleta de urina foi realizada utilizando-se baldes plásticos de 7,5L, mantidos em baixo das gaiolas de digestibilidade, contendo 20ml de solução de ácido clorídrico (HCl), a 50% para evitar a volatilização da amônia.

Após a coleta diária, tanto as fezes como as urinas dos animais foram quantificadas e alíquotas diárias de 10% de ambas foram acondicionadas em sacos e garrafas plásticas, respectivamente, e

armazenadas em freezer a -5° C para a realização das análises laboratoriais.

O experimento teve duração de 21 dias, sendo 14 para adaptação dos animais às dietas, às gaiolas e às sacolas, e 7 dias de período de coleta e controle de ingestão das dietas calculadas pela diferença entre a quantidade de alimento fornecido e a quantidade de sobras. O ensaio experimental foi dividido em 4 tratamentos alimentares, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Tratamentos Alimentares e seus respectivos percentuais de ingredientes

Ingredientes (%)	T 1	T 2	T 3	T 4
Feno de tífton	70,00	70,00	70,00	70,00
Farelo de soja	20,00	15,00	10,00	5,00
SBRP	0	5,00	10,00	15,00
Farelo de milho	2,00	4,00	6,00	8,00
Farelo de trigo	8,00	6,00	4,00	2,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Análises Laboratoriais

Composição Químico-bromatológica das Dietas

As determinações analíticas das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e no

Laboratório de Nutrição Animal da EMBRAPA Caprinos (Sobral –CE).

Matéria Seca - Determinada em estufa a 105° C até peso constante, de acordo com AOAC (1984). **Proteína** - O nitrogênio total foi determinado pelo método micro Kjeldahl, de acordo com o modelo padrão da AOAC (1984) e o teor protéico

expresso em termos percentuais como igual a: $N \times 6,25$. **Extrato Etéreo** - O teor de lipídios foi determinado pelo método Soxhlet, usando hexano como solvente de extração (AOAC, 1984). **Fibra em Detergente Neutro** – Foi determinada segundo Goering e Van Soest (1970), utilizando-se um digestor de fibras. **Cinzas** – Os percentuais de resíduos minerais foram determinados em mufla a 600°C , de acordo com o método padrão da AOAC (1984). **Energia Bruta** – A energia bruta foi determinada em bomba calorimétrica adiabática (Calorímetro de Paars), de acordo com o proposto na AOAC (1984).

Digestibilidade

Na determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), utilizou-se o método proposto por Silva (1990). Foram consideradas as quantidades de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e energia bruta (EB) ingeridas e deduzidas as quantidades correspondentes excretadas através das fezes.

Análises estatísticas

Os resultados laboratoriais foram analisados estatisticamente seguindo um

delineamento experimental inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições, onde se avaliaram os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), além do balanço nitrogenado (BN) das dietas fornecidas

aos animais (Haris, 1970) nos diferentes tratamentos alimentares, de acordo com o modelo matemático:

$$Y_{ij} = m + T_i + e_{ij}$$

Onde:

$i = 0; 16,66; 33,33$ e $50,00\%$ de SBRP

$j = 1; 2; 3$ e 4

Y_{ij} = variável dependente a ser analisada

m = média geral

T_i = efeito dos níveis de SBRP

e_{ij} = efeito do erro aleatório do i -ésimo tratamento e da j -ésima repetição

As médias dos resultados que se apresentaram significativas nas análises de variâncias, foram comparadas utilizando-se o teste de TUKEY, proposto por GOMES (1984), e realizou-se a análise de regressão para se verificar as equações de ajuste das curvas, mostrando o efeito do nível de SBRP em substituição ao farelo de soja, sobre as variáveis estudadas.

Resultados e Discussão

Os resultados das analyses da composição químico-bromatologica da silage biológica de residuos de pescado elaborada para a formulação dos concentrados utilizados no ensaio digestibilidade ‘in vivo’ nas formas, úmido e semi seco, estão apresentados na Tabela 3.

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 carboídratos, 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%, carboídratos 9,97% e valor calórico 1.479,70 Kcal/kg.

Esses resultados estão dentro da faixa citada por (KOMPIANG *et al.*, 1980) 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 carboídratos 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 carboídratos e 1.389,90 para o valor calórico kcal/kg.

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 carboídratos na silagem de resíduos de pescado foi de 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 *et al.*, 1979) 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.

Tabela 3- Composição química da silagem biológica de resíduos de pescado nas formas úmidas 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.

Na Tabela 4, 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 consequentemente na redução do pH e aumento da acidez. Aos 5 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.

Tabela 4. Características organolépticas da silagem biológica de resíduos de pescado

Parâmetros	Características organolépticas
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 BERTULLO (1982), as características da qualidade organoléptica da silagem de pescado se baseiam no aroma, cor, consistência e eventualmente o sabor.

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.

Em estudo conduzido com silagens de peixe, ESPE *et alii* (1989) verificaram que, o processo de liquefação pode acontecer com o ácido fórmico dentro de

uma variação de pH entre 4,0 a 4,5, devido às propriedades anti-sépticas deste ácido, em relação aos ácidos inorgânicos com pH igual a 2,0. O ácido fórmico tem como vantagem de que a preservação é conseguida num pH mais alto e o alimento não necessita de neutralização, liquefazendo-se mais rapidamente, de modo que os lipídios separem-se mais facilmente das proteínas (HARDY *et alii*, 1983).

Na figura Figura 1 temos as variações no pH e acidez na silagem biológica de resíduos de pescado. Essas 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. Observou-se ainda que após o primeiro dia de incubação a $30 \pm 3^\circ\text{C}$, 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 %.

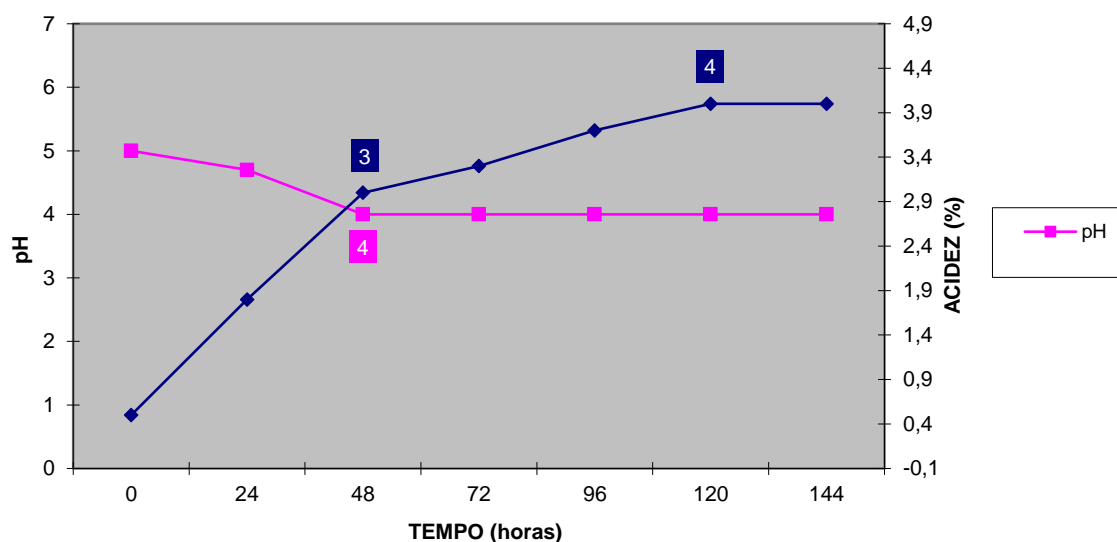


Figura 1 - Variações no pH e acidez na silagem biológica de resíduos de pescado.

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, sendo que se constitui numa vantagem, uma vez que o uso de

ácidos minerais abaixa o pH para cerca de 2,0, necessitando, porém, de uma neutralização posterior à hidrólise (WIGNALL & TATTERSON, 1976).

É também extremamente importante na elaboração da silagem de pescado a preparação inicial da matéria prima, triturada e misturada com ácido (sulfúrico, fórmico ou acético), sendo obtido desta forma, um produto estável com aroma maltado e boas características de armazenamento. Sendo assim, STRON & EGGUM (1981), trabalhando com vísceras de peixes trituradas, misturadas

em ácido fórmico e ácido propiônico (1:1, p/p), concluíram que as mesmas sofreram autólise entre dois e três dias à temperatura de 30° C. A formação de amins biogênicas pode também ser um problema se a silagem de peixe for produzida a partir de matéria-prima parcialmente deteriorada (DISNEY & HOFFMAN, 1978).

Tais condições criadas pelo abaixamento do pH, devido a glicólise durante o “rigor-mortis”, acabam por causar o rompimento das paredes dos lisossomas, liberando as enzimas contidas, iniciando-se então, a hidrólise de proteínas e a ação de aminoácidos e peptídeos, ocorrendo também a formação de pequenas quantidades de pirimidinas e bases purínicas, provenientes da desintegração dos ácidos nucléicos e dos lipídios, constituindo-se no fenômeno da autólise (RAA & GILDBERG, 1976, SALES, et al., 2013).

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 alii*, 1979).

No Brasil, trabalhos neste sentido foram realizados com pescado rejeitado (MANDELLI, 1972), silagens de resíduos de peixe e de camarão (BARAQUET & GALACHO, 1983) que, pela curva de digestão, relatam que em 30 dias o processo autolítico cessa e já nas primeiras horas e uma semana após o início do processo de autólise, o grau de digestão atinge 60 e 80% aproximadamente. Dada esta diversidade, o grau de degradação do músculo não é determinado simplesmente pelo nível de enzimas proteolíticas no peixe, mas pela ação conjunta de inibidores enzimáticos na faixa de pH alcalino e de enzimas específicas solubilizantes mais ativas em pH mais ácido (GILDBERG & RAA, 1977).

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 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.

GILDBERG & RAA (1977); BACHOFF (1976), 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. TATTEERSON & WINNDSOR (1974) fazem referências à produção de ácido láctico, que é importante na diminuição do pH, que fica em torno de 4,2 diminuindo o crescimento de bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Serratia* *Enterobacter*, *Schromobacter*, *Pseudomonas*, etc. BERAQUET & GALACHO (1983), trabalhando com a adição de 3% em peso de ácido fórmico a 90%, concluíram ser este o teor suficiente para preservar a silagem de peixe inteiro e de resíduos de camarões durante o período de 30 dias de armazenagem.

GILDBEERG & RAA (1977), citam que o princípio envolvido na manufatura da silagem é o de que vários ácidos ou misturas de ácidos possam ser utilizados. Entretanto, quando silagens são produzidas utilizando-se ácidos inorgânicos o pH do produto final deve se situar em torno de 2,0 para evitar o crescimento bacteriano, sendo necessário neutralizar o produto antes que o mesmo seja usado com propósitos alimentares.

De acordo com TATTERSON & WINDSOR (1974), as células do tecido muscular do pescado contêm pequenas organelas denominadas de lisossomas que possuem no seu interior um grande número de enzimas hidrolíticas, tais como catepsinas, fosfatases, nucleases, lipases, proteases e colagenases que se caracterizam por apresentarem um pH ótimo de atividade dentro da faixa ácida.

Segundo OETTERER DE ANDRADE (1991), as enzimas proteolíticas envolvidas na digestão de peixes podem prontamente ser classificadas em quatro grupos: a) enzimas das vísceras e do trato digestivo (tripsinas, quimiotripsinas e pepsinas); b) enzima do tecido muscular (catepsinas); c) enzimas das plantas (papaína, ficina e bromelina) e d) enzimas dos microrganismos.

Em casos específicos relacionados aos microrganismos, LINDGREN & PLEJE (1983) observaram que, durante o armazenamento da silagem de pescado, só se observa a presença de bactérias ácido-láticas, indicando que os microrganismos patogênicos tais como coliformes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella ssp.* encontram-se inibidos pelo baixo pH e pelas condições de anaerobiose nas quais

se observa a presença de certas substâncias antibacterianas produzidas pelas bactérias lácticas, que também são responsáveis pela produção de sabor (MACKIE et al., 1971).

LINDGREN & PLEJE (1983) demonstraram existir uma relação entre o pH e o teor de nitrogênio não protéico, sendo que à medida que diminui o pH a atividade proteolítica de certas enzimas é favorecida, atuando sobre as proteínas do tecido muscular do pescado e favorecendo desta forma, a formação de nitrogênio não protéico.

Após a morte do pescado, as enzimas proteolíticas das vísceras continuam ativas, sendo responsáveis juntamente com as enzimas bacterianas pela deterioração do pescado. Esse processo é lento, mas a ação proteolítica pode ser acelerada se o crescimento de microorganismos for contido (pela mudança de pH por exemplo) sendo que estas enzimas podem continuar ativas produzindo alterações no sabor e na textura (SIEBERT, 1961).

Segundo CONNELL & HOWGATE (1959), o músculo do peixe tem ocasionalmente maiores teores de lisina e histidina e mais baixos teores de metionina, triptofano, fenilalanina e isoleucina do que outros tecidos

musculares. Geralmente, os teores dos aminoácidos de diferentes espécies de peixe variam não significativamente e em algumas espécies foi relatado que a lisina se acumula durante a desova dos peixes, fato observado em maior parcela nos machos do que nas fêmeas.

O conhecimento em si dos conteúdos de aminoácidos essenciais (AAES) não é conclusivo para caracterizar a qualidade de uma determinada proteína, pois segundo SGARBIERI (1977), alguns índices baseados em métodos químicos, microbiológicos e biológicos, melhor estabelecem certas correlações entre a composição da proteína e sua qualidade nutricional. Para o mesmo autor, entre outros, vale a pena destacar os seguintes índices: Escore Químico (EQ), digestibilidade e valor biológico da proteína, digestibilidade “in vivo” dos principais nutrientes das silagens, consumo voluntário da matéria seca e balanço de nitrogênio.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a digestibilidade das dietas para ovinos contendo diferentes níveis de SBRP em substituição ao farelo de soja, através da análise da composição químico-bromatológica das dietas utilizadas nos tratamentos experimentais,

e dos coeficientes de digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), além do balanço nitrogenado (BN), de acordo com HARRIES (1970).

Na Tabela 5, estão os resultados das análises químico-bromatológicas da

SBRP e das dietas experimentais que resultaram nos dados apresentados. Observou-se que nas determinações da matéria (MS) ocorreram pequenas variações entre os tratamentos na ordem de: 0,04 e 0,8 pontos percentuais, quando comparados aos tratamentos T1 e T2, T2 e T3 e T4 e T4.

Tabela 5. Composição químico-bromatológica da silagem biológica de resíduos de pescado (SBRP) e das dietas experimentais com diferentes níveis de SBRP

Constituintes	SBRP	Níveis de SBRP (%)			
		0	5	10	15
MS (%)	88,0	90,9	89,8	89,8	89,0
% na MS:					
MO	74,4	85,0	83,3	82,7	81,5
PB	31,0	15,9	15,0	14,2	12,7
EE	5,0	3,9	4,0	3,8	3,9
FDN	-	60,1	60,7	60,4	60,1
EB (kcal/kgMS)	3.428	3.783	3.767	3.776	3.779

No que diz respeito a proteína bruta (PB), ocorreu um decréscimo no nível de 0,88; 0,78 e 1,58 respectivamente entre os tratamentos T1 e T2, T2 e T3 e T3 e T4. Este fenômeno ocorreu à medida que o farelo de soja (46% PB) foi sendo substituído em 16,6; 33,33 e 50%,

respectivamente por SBRP (31% PB) no concentrado.

As análises revelaram pouca variação no teor de lipídios, isto se deu devido ao fato dos ingredientes utilizados apresentarem níveis de extrato etéreo muito próximos.

O mesmo não ocorreu nos valores encontrados para os resíduos minerais que ao contrário da proteína bruta (PB) sofreram elevação nos níveis à medida que se aumentava a substituição do farelo de soja por SBRP, por possui um teor de resíduos minerais ao farelo de soja, apresentando diferenças observadas de: 0,57; 0,65 e 0,39% entre os tratamentos. T2 – T1 – T3 – T2 e T4 – T3 respectivamente.

Na Tabela 6, temos os valores obtidos para digestibilidade dos nutrientes das dietas experimentais. Não foram verificadas diferenças significativas ($P>0,05$) para DMS, DMO, DFDN e DE, com médias de 65,54; 86,20; 62,08 e 63,97 %, respectivamente, de acordo com resultados para liquefeito de pescado, obtidos por SHQUEIR et al. (1984) e para SBRP, por BARROGA et al. (2001).

Tabela 6. Coeficientes de digestibilidade (%) dos constituintes das dietas experimentais com diferentes níveis de silagem biológica de resíduos de pescado (SBRP)

Digestibilidade (%)	Níveis de SBRP (%)				CV (%)**
	0	5	10	15	
DMS	66,62 ^{a*}	64,56 ^a	65,18 ^a	65,78 ^a	2,48
DMO	87,61 ^a	86,21 ^a	85,21 ^a	86,06 ^a	1,41
PB	78,03 ^a	76,89 ^{ab}	72,44 ^b	73,04 ^b	2,92
DFDN	63,00 ^a	60,64 ^a	61,74 ^a	62,93 ^a	3,84
DEB	65,67 ^a	62,79 ^a	62,65 ^a	64,76 ^a	2,52

*Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si ($P<0,05$), pelo teste de Tukey.

**Coeficiente de variação.

A DPB reduziu significativamente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de SBRP nas dietas. No entanto, apesar das dietas com 10 e 15% de SBRP terem

apresentado DPB inferior à dieta controle, os valores obtidos são considerados satisfatórios para este constituinte em dietas para ruminantes.

Os dados referentes à proteína bruta (PB) mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que de acordo com o aumento dos níveis de substituição do farelo de soja pela SBRP, observou-se um decréscimo nos valores dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta. Este fato é explicável devido a redução da proteína bruta à medida que se elevavam os níveis de substituição do farelo de soja (46%) nas dietas por 0,0, 5,0, 10 e 15% de SBRP que apresenta 31% de proteína bruta na matéria seca.

Portanto, os valores obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparentes da proteína bruta foram significativamente diferentes entre os tratamentos ($P < 0,05$). Embora o tratamento controle não tenha apresentado diferença significativa quando comparado ao tratamento que continha dietas com 5% de SBRP, este, por sua vez, não foi significativamente diferente dos tratamentos que possuíam 10 e 15% de SBRP, sendo estes dois últimos tratamentos (T2 e T3), significativamente diferentes do tratamento controle.

Desta forma, pode-se afirmar que embora apresentando valores um pouco abaixo do tratamento controle, as dietas

contendo SBRP utilizadas neste experimento apresentaram resultados satisfatórios no que diz respeito aos coeficientes de digestibilidade aparentes dos principais constituintes.

Conclusões

A partir das análises dos dados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que:

As dietas elaboradas com diferentes níveis de SBRP apresentaram resultados satisfatórios, mesmo com a diminuição do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta e do balanço de Nitrogênio, à medida que o farelo de soja foi substituído em 16%, 33,33% e 50,00% por SBRP.

Os animais utilizados no ensaio experimental demonstraram aceitação as dietas contendo SBRP, semelhante aos animais tratados com a dieta padrão.

A silagem biológica de resíduos de pescado (SBRP), nos níveis adotados nesta pesquisa, se constitui em um produto de qualidade nutricional adequada ao uso como ingrediente protéico em dietas para ovinos.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis the Association of Official Analytical Chemists.** 14. ed. Arlington, 1984. 1141p.

BACKHOFF, H.P. Some chemical changes in fish silage. "J. Food Technol.", v.11, p.353-363, 1976.

BARROGA, J.; PRADHAN, R.; TOBIOKA, H. Evaluation of fish silage - sweet potato mixed diet with Italian raygrass silage as basais ration on nitrogen utilization and energy balance in growing lambs. "J. Anim. Sci.", v.72, n.3, p.189-197, 2001.

BERAQUET, N. J.; GALACHO, S. A. A. Composição, estabilidade e alterações na fração protéica e no óleo de ensilados de resíduos de peixe e de camarão. **Col. ITAL.** v. 13, p.149-223, 1983.

BERTULO, E. Ensilado de pescado en la pesqueria artesanal. **In: FAO. Consulta de expertos sobre tecnologia de productos pesqueros en America Latina.** 2. Montevideo. Roma, FAO. 49p. 1989.

CONNELL, J.L.; HOWGATE, P.F. The amino acid composition of some British food fishes. **Journal Science Food Agriculture.** v. 10, p. 241-248, 1959.

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.

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.

GREEN, S. "The use of fish silage in pig nutrition". Nottingham: University of Nottingham, 1984. 230p. Thesis (Ph.D.) - University of Nottingham, 1984.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington, D.C., 1970. Agricultural Handbook, 379.

GUILLOTEAU P., TOULLEC R., CULIOLI J., LE DOUARON D., MATHIEU C.-M., 1974. Utilisation des protéines par le veau préruminant. vi. utilisation digestive des protéines de poisson, du soja et de la féverole (en préparation). mathieu c.-m., ig68. étude de la vidange stomacale du lait entier chez le veau préruminant. ann. biol. anim. bioch. biophys., 8, 581-583.

HALL, G.M. "Silage from tropical fish". Nottingham: University of Nottingham, 1985. 278p. Thesis (Ph.D.) - University of Nottingham, 1985.

HARRIS, L.E"Compilação de Dados Analíticos e Biológicos para o Preparo de Tabelas de Composição de Alimentos para Uso nos Trópicos da América Latina". Flórida, USA: Centro de Agricultura Tropical, 1970. 5301p.

HUBER, J.T. Development of the digestive and metabolic apparatus of the calf. 1. Dairy Sei., 52:1303-15, 1969.

JACKSON, A.J.; KERR, A.K.; COWEY, C.B. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. I. Nutritional and storage characteristics. **Aquaculture.** v. 38, p. 211-20, 1984.

JOHNSEN, F. "Fish viscera silage as a feed for ruminants". Norway: Agriculture University of Norway, 1981. 85p. Thesis (Ph.D.) Agriculture University of Norway, 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.**, FAO Fish Rep. Rome, p. 38-43. 1980.

LESSI, E.; XIMENES CARNEIRO, A. R.; LUPÍN, H.M. – **Obtencion de ensilado biológico de pescado. In: Consulta de Expertos Sobre Tecnologia de Productos Pesqueros em America Latina**, 2. Montevideo. Roma, FAO. 8p. – 1989.

LINDGREN, S.; PLEJE, M. Silage fermentation on fish waste products with lactic acid bacteria. **J. Sci. Food Agric.** v. **34**, p. 1057-67, 1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of laboratory animals**. 2. ed. v. **10** NCR, Washington D.C., 1988.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish Silage; a review. **CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** v. **16**, n. 4, p. 383-419, 1982.

SAS INSTITUTE "SAS/STAT user`s guide: statistics". Version 6.11, Cary: SAS Institute Inc., 1996.

SHQUEIR, A.A.; CHURCH, D.C.; KELLEMS, R.O. Evaluation of liquefied lot performances studies with sheep. "J. Anim. Sci.", v.64, n.3, p.889-895, 1984.

SALES, R. O.; OLIVEIRA. A.C. Ponderal evolution, food efficiency ratio and protein net efficiency ratio, determined in wistar rats fed diets with different protein sources. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.7, n.2) p.1–15, agos - dez (2013) <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130007>.

SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.C. Influência da adição de silagem ácida dedespesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), integral e desengordurada, no valor nutritivo da caseína. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.8, n.1) p.1–18, jan - març (2014). <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20140001>.

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. 1 –12, jan – jun (2011), 16p. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20110001>.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e nutrição**. fator de saúde e desenvolvimento. p. 19 e 243. Ed. UNICAMP/ALMED, Campinas, São Paulo, 1987.

SHQUEIR, A.A.; CHURCH, D.C.; KELLEMS, R.O. Evaluation of liquefied lot performances studies with sheep. "J. Anim. Sci.", v.64, n.3, p.889-895, 1984.

STONE, F. E.; HARDY, R. W. Nutrition value of acid stabilised silage and liquefied fish protein. **J. Sci. Food. Agric.** v. 37, p. 797-803, 1986.

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, jan – jun (2009), 19p. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20090001>.

SALES, R.O.; OLIVEIRA. A.C. Evaluation nutritional of acid silage of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), whole fish discarded, farmed in Indaiatuba –SP. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.7, n.2) p. 16 –30, ago – dez (2013).

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130008>.

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

VELOSO, RODRIGO ROSSETTI. Desenvolvimento e avaliação de embutido tipo linguiça frescal de bagres marinhos (*Sciades herzbergii* - Bloch, 1794) armazenadas sob baixas temperaturas. 2017. 56 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - UFRPE.

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

WINDSOR, M. L. Production of liquid fish silage for animal feed. In: KREUZER, R. **Fishery products**. London, FAO/Fishing News, p. 140-144. 1979.