

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM BIOLÓGICA DE RESÍDUOS
DE PESCADO NA ALIMENTAÇÃO DE ALEVINOS DE TILÁPIA
(*Oreochromis niloticus*)**

Joana Maria Leite de Souza

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Fortaleza-Ceará, junho/1998.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales

Orientador

Prof. PhD. Ablardo Ribeiro de Azevedo

- Conselheiro -

Prof. Msc José Wilson Calíope de Freitas

Conselheiro

A Deus

Aos meus pais

Ao meu esposo, Edmundo

Aos nossos filhos,

Eddie

Eduardo

Edmundo Jr

Giovana

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Ronaldo de Oliveira Sales, pela orientação segura, amizade, dedicação, compreensão na não condução deste trabalho.

Ao Prof. José Wilson Calíope de Freitas, pela orientação e sugestões que permitiram aperfeiçoar este trabalho.

Ao Prof. Jorge Fernando Fuentes Zapata, pela orientação e ensinamentos valiosos para nossa vida profissional.

Ao Prof. Francisco José Siqueira Telles, pela oportunidade e compreensão durante este estudo.

Aos Prof^{os}. José William Bezerra e Silva, José Jarbas Studart Gurgel, Fernando Hernandez Ferreyra, Francisco Hiram Farias Costa, pelo empenho e sugestões a este trabalho.

A EMATER-ACRE pela oportunidade que nos foi dada.

A Universidade Federal do Acre e aos Professores Rafael Angel Torquemada Guerra, Maria Luzenira de Souza e Maria de Fátima Souza e Silva, pela confiança e amizade.

Ao funcionário Luis Alves Bitú pela dedicação e compreensão, durante as análises laboratoriais.

A Indústria INTERFRIOS, pelo fornecimento da matéria - prima.

A Bleide Pompeu, Felícia Leite, Jeruza Leite, Fernanda e Jane Souza pela colaboração

A Todos os Professores, Funcionários, Colegas do Departamento e Coordenação do Mestrado em Tecnologia de Alimentos pela colaboração

recebida, como estímulo, e pelo o alto espírito de compreensão que tiveram nas situações menos fáceis.

A todos que, de alguma maneira direta ou indiretamente, possibilitaram a realização deste trabalho.

INDICE GERAL

I

INDICE DE QUADROS.....IX

RESUMO X

SUMMARY 1

1. INTRODUÇÃO 1

2. OBJETIVOS..... 4

2.1 OBJETIVO GERAL **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5

3.1 GENERALIDADE **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

3.1.1 *Histórico* 5

3.2 SILAGEM DE PESCADO 22

3.3 PRINCÍPIOS E MÉTODOS DE ELABORAÇÃO DA SILAGEM DE PESCADO **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO**

3.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE PEIXE 24

3.5 COMPOSIÇÃO EM AMINOÁCIDOS **ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.**

3.6 DISPONIBILIDADE DE MINERAIS NA SILAGEM DE PEIXE..... 17

3.6.1 *Cálcio*..... *Erro! Indicador não definido.*

3.6.2 *Fósforo*..... *Erro! Indicador não definido.*

3.6.3 *Magnésio* *Erro! Indicador não definido.*

3.6.4 *Ferro*..... *Erro! Indicador não definido.*

3.6.5 *Manganês*..... *Erro! Indicador não definido.*

3.6.6 *Outros minerais* *Erro! Indicador não definido.*

3.7 UTILIZAÇÃO DA SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DE PESCADO NA ALIMENTAÇÃO DE PEIXES 29

4. MATERIAL E MÉTODOS 31

4.1 MATERIAL 31

4.2 METODOLOGIA 32

| | |
|---|------------|
| 4.2.1 <i>Elaboração do fermento biológico</i> | 32 |
| 4.2.2 <i>Obtenção da silagem biológica de pescado</i> | 23 |
| 4.2.3 <i>Formulação das rações</i> | 23 |
| 4.2.4 <i>Plano Experimental e Alimentação</i> | 30 |
| 4.3 DETERMINAÇÕES QUÍMICAS..... | 71 |
| 4.4 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS | 72 |
| 4.5 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL..... | 72 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 72 |
| 5.1 FERMENTO BIOLÓGICO..... | 77 |
| 5.2 SILAGEM BIOLÓGICA DE PESCADO | 79 |
| 5.3 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS | 78 |
| 5.4 SECAGEM E ESTOCAGEM DA SILAGEM | 82 |
| 5.5 COMPOSIÇÃO QUÍMICA..... | 74 |
| 5.6 EFICIÊNCIA ALIMENTAR COM ALEVINOS DE TILÁPIA | 82 |
| 5.7 ANÁLISE DO GANHO DE CRESCIMENTO..... | 83 |
| 5.8 ANÁLISE DO GANHO DE PESO | 89 |
| 5.9 GANHO DE BIOMASSA | 95 |
| 5.10 ANÁLISE DO CONSUMO DE RAÇÃO | 101 |
| 5.11 CONVERSÃO ALIMENTAR | 105 |
| 6. CONCLUSÕES..... | 108 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 72 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Variação de pH e acidez no fermento biológico, durante o período de incubação..... | 78 |
| Figura 2 - Variação do pH no substrato (silagem biológica de pescado)..... | 80 |
| Figura 3 - Comprimento médio dos alevinos de tilápia alimentados com silagem biológica de resíduos de pescados por 97 dias | 87 |
| Figura 4 - Variabilidade existente em cada tratamento no incremento do comprimento | 88 |
| Figura 5 - Peso médio dos alevinos de tilápia, alimentados com diversos níveis de inclusão da silagem biológica de resíduos de pescados por 97 dias..... | 93 |
| Figura 6 - Análise do ganho de peso em função do acréscimo de silagem biológica.. | 94 |
| Figura 7 - Ganho médio de biomassa dos alevinos de tilápia alimentados com dietas contendo 0, 10, 20 e 30% de silagem biológica de resíduos de pescados por 97 dias..... | 97 |
| Figura 8 - Análise do consumo de alimentação em função do acréscimo do silagem biológica. | 104 |
| Figura 9 - Análise da conversão alimentar em função do acréscimo de silagem biológica. | 107 |

INDICE DE TABELAS

| | |
|--|--------------------------------------|
| Tabela 1 - Composição percentual de silagens de vários peixes com o uso de diferentes ácidos. | Erro! Indicador não definido. |
| Tabela 2- Conteúdo de cálcio na silagem de peixe feita de vários recursos de resíduos de pescado | 20 |
| Tabela 3 - Conteúdo de fósforo em silagens elaboradas com vários resíduos de pescado. | 21 |
| Tabela 4 - Composição química da ração T ₂ , com 10 % de silagem biológica. | 25 |
| Tabela 5 - Composição química da ração T ₃ , com 20 % de silagem biológica. | 26 |
| Tabela 6 - Composição química da ração T ₄ , com 30% de silagem biológica. | 27 |
| Tabela 7 - Composição química dos ingredientes usados na formulação das rações. . | 28 |
| Tabela 8 - Composição do NUTRICORTVIT ¹ utilizado na suplementação da dieta para alimentação de alevinos de tilápia. | 29 |
| Tabela 9 - pH's do fermento biológico durante o período (horas) de incubação..... | 78 |
| Tabela 10 - Características organolépticas da silagem biológica de pescado. | 77 |
| Tabela 11 - Composição química da silagem biológica nas formas úmida e semi seca. | 76 |
| Tabela 12 - Peso médio dos alevinos de tilápia, alimentados com diversos níveis de inclusão de silagem biológica de resíduos de pescados por 97 dias..... | 90 |
| Tabela 13 - Ganho médio de biomassa dos alevinos de tilápia alimentados com dietas contendo 0, 10, 20, e 30% de silagem biológica, de resíduos de pescados por 97 dias. | 96 |
| Tabela 14 - Média dos valores de pH, quantidade de amônia (NH ₃) e O ₂ na água dos viveiros. | 99 |
| Tabela 15 - Percentagem de amônia não-ionizada em soluções aquosas com diferentes valores de pH e temperatura. | 100 |
| Tabela 16 - Conversão alimentar média por tratamento | 105 |

INDICE DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Comprimento e peso médios dos alevinos ao iniciar o experimento..... | 31 |
| Quadro 2 - Quadro da análise de variância do comprimento..... | 86 |
| Quadro 3 - Análise de variância do peso. | 92 |
| Quadro 4 - Consumo alimentar médio por tratamento | 102 |
| Quadro 5 - Quadro da análise de variância | 105 |

RESUMO

A hidrólise enzimática que teve como produto final a silagem biológica foi produzida através da mistura de resíduos de peixes triturados, com um fermento biológico a base de vegetais regionais. Na silagem obtida foram realizadas as determinações de acidez, pH, composição química, energia bruta e características organolépticas.

Os níveis de adição de silagem biológica de pescado adotados foram: 0, 10, 20 e 30%, incorporado a uma ração como base protéica (Tratamentos, T2, T3 e T4, respectivamente) e avaliada biologicamente através do desempenho de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), e comparado a uma ração controle cuja base protéica era constituída de farinha de carne e osso e farinha de peixe (Tratamento T1). Estas dietas foram balanceadas de tal modo que fossem isoprotéicas e isocalóricas.

Para cada tratamento foram feitas 2 repetições, em tanques retangulares (3 x 1 x 1 m) de alvenaria contendo 6 peixes por tanque (média de peso $15,32 \pm 1,5g$ e $9,58 \pm 0,22cm$ de comprimento médio). A duração do experimento foi de 97 dias, sendo todos os peixes amostrados a cada 15 dias e alimentados uma vez ao dia a base de 3% da biomassa total de cada tanque.

Realizamos as seguintes determinações: a) composição química proximal, a qual demonstrou ter 14,34% de umidade, 38,94% de proteína, 4,77% de gordura, 31,98% de cinzas, 9,97% de carboidratos; b) pH da silagem, que estabilizou-se em 4,0; c) dos minerais Ca (1,6%) e P (1,7%); d) da Amônia; e) do O_2 ; f) do pH da água dos viveiros, cujos valores permaneceram dentro das faixas de aceitabilidade para cada um.

As análises estatísticas demonstraram que não houve diferença significativa para ganho de comprimento e consumo de ração, mas houve diferença significativa para ganho de peso, conversão alimentar e ganho de biomassa. Nestes parâmetros destacaram-se T4, T3 e T2, sugerindo a boa qualidade nutritiva da silagem biológica e que esta pode ser incluída nas dietas para alevinos de tilápia.

SUMMARY

Fish silage was obtained through the enzymatic hydrolysis of ground fish promoted by a vegetable based biological ferment. Acidity, pH, chemical composition, gross energy and organoleptic characteristics of the were determined.

The following silage levels were adopted: 0, 10, 20 and 30 5 was incorporated into the diet of Tilapia alevins (*Oreochromis niloticus*) as the main protein source in the experimental treatment (T2, T3 and T4, respectively), and its effect on growth was compared with a control treatment (T1). The control included a combination of bovine (meat and bone) meal and fish as the experimental and treatment were isoproteic and isocaloric balanced.

Both treatment consisted of twelve round concret tanks holding na average of 8 fish each (mean fish weight were $3,0 + 0,4g$ and $4.1 + 0,2 g$ respectively). The alevins were weighed and measured every 15 days and twice per day (ca. 7% the fish biomass of each tank) over the 97 day experient.

1. INTRODUÇÃO

Uma das alternativas viáveis para a piscicultura na região Nordeste é o aproveitamento dos resíduos de pescado para elaboração de silagem, uma das formas mais econômicas de aproveitamento desses resíduos, podendo ser obtida de maneira artesanal nas áreas de abrangências dos açudes, ou 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 às rações para peixes como fonte protéica, sendo também de suma importância na formulação de rações destinadas aos animais domésticos.

As vantagens da produção de silagem em relação a 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 de silagem é rápido em climas tropicais e o produto pode ser utilizado no local (OETTERER DE ANDRADE, 1992).

Um dos maiores entraves na piscicultura, está nos gastos com alimentação que pode chegar a 70 a 75% do custo total de produção, sendo o milho o componente mais oneroso empregado no preparo das rações, responsável por 42% desse custo, PROTAS (1984), seguido do farelo de soja que apresenta baixo nível de lisina, GREEN (1984). Assim, para minimizar os custos das rações para peixes, deve-se substituir o milho e o farelo de soja por alimentos alternativos, energéticos ou protéicos, que estejam disponíveis a preços compensadores, JOHNSEN (1981), como também para o preparo de rações de baixo custo e alto valor nutricional para aves, bovinos, ovinos e outros animais domésticos (JOHNSEN & SKREDE, 1981).

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

O valor nutricional da silagem de pescado está representada pela digestibilidade da proteína, que está bastante hidrolisada e além da presença de lisina e triptofano e outros aminoácidos essenciais. 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 (OETTERER DE ANDRADE, 1983).

Esta pesquisa tem como objetivo, avaliar os resíduos de pescado como matéria-prima no processo da silagem, bem como, analisar a viabilidade do uso desse produto como componente alimentar em dietas para tilápias do Nilo, cultivadas em cativeiro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Histórico

Foram os romanos os primeiros a converterem subprodutos da pesca para algo semelhante ao que hoje é conhecido como silagem de pescado, um molho de peixe espesso, conhecido como "*garum*", mencionado por volta de 525 a.C.. Era preparado de guelras e vísceras de uma grande variedade de espécies de peixes, onde as sobras eram acondicionadas compactamente em recipientes lacrados hermeticamente e deixados para decompor completamente (MANDELLI, 1972). As vísceras do peixe forneciam uma potente fonte de enzimas proteolíticas para a autólise. A decantação do licor autolisado deixava um resíduo conhecido como "*alec*", ao qual eram adicionados mais peixe e salmoura para produzir uma substância semi-sólida chamada "*putrilage*". Ambos, "*garum*" e "*putrilage*", tornaram-se iguarias que eram exportadas do sul da Itália para todo o Império Romano.

Alguns povos do Sudeste asiático, notadamente os Indochineses, complementavam a sua ração rizícola com concentrados protéicos obtidos da autólise da carne e vísceras de certos clupeídeos de origem marinha. Os anamidas, entre outras tribos da Indochina, preparavam aqueles autolisados que receberam o nome local de "*mans*" quando de peixes e "*nuoc man*" quando de camarões, sendo a mistura sal e pescado mantida por meses e agitada ocasionalmente no período inicial da preparação. Tais *mans* são encontrados tanto na forma líquida quanto semi líquida e pastosa, tendo os líquidos densidade em torno de 1,1 a 1,2 e pH 5 a 7 (MANDELLI, 1972). Segundo o mesmo autor, os teores de nitrogênio uréico e indólico constituem os principais índices da qualidade do produto.

A silagem de peixe surgiu nos países escandinavos, sendo a Suécia o primeiro país a produzir silagem de pescado em 1936, em experimentos com a utilização de misturas de ácido sulfúrico, clorídrico, fórmico e na adição de outros ingredientes como melão (DISNEY & JAMES, 1980)

Desde a década de 40, a silagem tem sido produzida em muitos países, incluindo o Canadá (FREEMAN & HOOGLAND, 1956), Reino Unido (TATTERSON & WINDSOR, 1974), Austrália (BATTERMAN & GORMAN, 1980), Noruega e Alemanha (STROM & EGGUM, 1981), mas foi somente na Dinamarca, Polônia e Noruega que o processamento da silagem prosseguiu em escala comercial. Na Dinamarca, a produção de silagem de peixe pelo uso de uma mistura de ácido fórmico e ácido sulfúrico aumentou de 16.000 para 25.000 toneladas entre 1969 e 1972 (RAA & GILDBERG, 1982). No mesmo país, atingiu, em 1980, a produção anual de 46.000 toneladas (JOHNSEN, 1981). Na Polônia, onde o ácido sulfúrico e o ácido fórmico são usados em mistura ou separadamente, a produção foi por volta de 7.000 toneladas por ano (RAA & GILDBERG, 1982). Posteriormente, houve um esforço substancial no sentido de se implantar a silagem de peixe nos países do Sudeste asiático, como forma de aproveitamento das perdas de captura e do pescado de baixo valor comercial para elaboração da silagem de pescado, com pequeno investimento, sem causar problemas de odores ou de poluição ambiental (PETERSEN, 1953; POULTER *et al.* 1980; VAN WYK *et al.* 1985).

2.2. Silagem de pescado

Dentro do conceito de industrialização, diversos autores têm mostrado que o sucesso na produção de silagem de peixe requer certos cuidados. O material para silagem deve ser picado ou moído resultando em partículas de 3 a 4 mm de diâmetro; o ácido deve ser bem misturado com o peixe picado para evitar acúmulo de material sem tratamento onde as bactérias deterioradoras possam permanecer; a agitação periódica é necessária para facilitar a rápida liquefação e a temperatura da silagem deve ser no mínimo de 20°C pois abaixo deste nível, a liquefação acontece lentamente (DISNEY & HOFFMAN, 1978).

O material autolisado se caracteriza por uma degradação do material protéico originário 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).

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 nucleicos e lipídios, constituindo-se no fenômeno da autólise (RAA & GILDBERG, 1976).

Segundo WINDSOR & BARLOW (1984) a silagem de pescado pode ser definido como um produto líquido, elaborado a partir da totalidade do pescado ou de partes do mesmo, sem adicionar outros produtos (mais que ácidos) nos quais a liquefação se produza pela ação das enzimas presentes no mesmo. O produto obtido desta forma é um líquido estável, com cheiro de malte, com boas características de armazenamento porque contém a totalidade da água presente na matéria-prima.

No Brasil, trabalhos nesse sentido foram realizados com pescado rejeitado (MANDELLI, 1972), silagens de resíduos de peixe e de camarão (BERAQUET & 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 baixo (GILDBERG & RAA, 1977).

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 microrganismos for contido (pela mudança de pH, por exemplo), sendo que estas enzimas podem continuar ativas produzindo alterações no sabor e na textura (SIEBERT, 1961).

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, lípases, proteases e collagenases que se caracterizam por apresentar um pH 3,5 ótimo de atividade na faixa ácida.

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 favorecendo a formação de nitrogênio não-protéico.

Dentre os principais métodos utilizados na produção de silagem de pescado, um faz uso da adição de ácidos minerais ou orgânicos (silagem química), tais como fórmico, sulfúrico, clorídrico, propiônico e acético ao pescado inteiro triturado (WIGNALL & TATTERSON, 1976; DISNEY & JAMES, 1980), e o outro é obtido pela utilização de microrganismos produtores de ácido láctico adicionados ao pescado. Este último produto é conhecido como silagem biológica de pescado que pode ser obtido com resíduos de diferentes espécies, fontes de carboidratos e microrganismos produtores de ácido láctico (LINDGREN & PLEJE, 1983; STROM & EGGUM, 1981; RAA & GILDBERG, 1982; LESSI et al., 1989), sendo a liquefação conduzida pela atividade de enzimas proteolíticas naturalmente presentes nos peixes e/ou adicionadas (silagem enzimática) (KOMPIANG et al., 1981).

2.2.1. Silagem ácida de pescado

É extremamente importante no preparo da silagem de pescado a preparação inicial da matéria prima, triturada e misturada com ácido (sulfúrico, fórmico ou acético), sendo obtido, dessa forma, um produto líquido estável, com aroma maltado, com boas características de armazenamento.

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

Em geral, os resultados de alguns trabalhos mostram que a autólise feita em silagens a partir dos resíduos deve-se principalmente às enzimas do intestino que são espalhadas após a trituração (BACKHOFF, 1976; HAARD et al. 1985), 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, constituindo-se numa vantagem, pois o uso de ácidos minerais baixa o pH para cerca de 2,0, necessitando, porém, de uma neutralização posterior à hidrólise (WIGNALL & TATTERSON, 1976).

Desta forma, STROM & EGGUM (1981), trabalhando com vísceras de peixe trituradas e misturadas com ácido fórmico e ácido propiônico (1:1, p/p), concluíram que as mesmas sofreram autólise entre 2 a 3 dias à temperatura de 30°C. A formação de aminas biogênicas pode também ser um problema se a silagem de peixe for produzida de matéria prima parcialmente deteriorada (DISNEY & HOFFMAN, 1978).

No caso da combinação dos ácidos, DISNEY & HOFFMAN (1978) utilizaram alguns ácidos, tais como, fórmico e sulfúrico, para baixar o pH e aumentar a ação bacteriostática das silagens na faixa dos 160 dias de armazenagem.

SALES (1995), trabalhando com a adição de 3% em peso de ácido fórmico a 90%, concluiu ser este teor suficiente para preservar a silagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus), peixe inteiro durante o período de 180 dias de armazenagem.

TATTERSON & WINDSOR (1975) utilizando 3,0% de ácido fórmico a 98% obteve 6 fórmulas de silagem com diferentes pescados e o pH ficou em torno de 4,0 em todas as fórmulas. O teor de proteína ficou em torno de 14%, o teor de gordura variou de 0,5 a 16,3% e os minerais ao redor de 2,5%. Segundo os mesmos autores, o ácido provoca a quebra da proteína em pequenas unidades solúveis, deixando o produto numa forma semi-líquida, e produzindo condições desfavoráveis ao crescimento de bactérias.

Segundo EGGUM & STROM (1981), vísceras de peixes trituradas e misturadas com ácido fórmico e ácido propiônico (1:1,p/p), sofrem autólise entre 2-3 dias numa temperatura de 30°C.

2.2.2. Silagem biológica de pescado

A degradação enzimática do músculo do pescado a componentes solúveis, pode ocorrer com maior velocidade em pH neutro e fracamente ácido do que em pH alcalino ótimo para proteases como a tripsina. 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 baixo (GILDBERG & RAA, 1977).

As enzimas proteolíticas de vísceras de peixe são de maior importância em sua função de hidrolisar proteínas. Após a morte, essas enzimas continuam ativas e são responsáveis, juntamente com as enzimas das bactérias, pela deterioração do pescado. Esse processo é lento, mas a ação proteolítica pode ser acelerada. Se o crescimento de microrganismos é contido (pela mudança de pH, por exemplo), estas enzimas podem continuar ativas e produzir alterações no flavor e na textura (MACKIE, apud VILLELA DE ANDRADE, 1982).

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 (tripsina, quimiotripsina e pepsina); b) enzimas do tecido muscular (catepsinas); c) enzimas das plantas (papaína, ficina e bromelina) e d) enzimas dos microrganismos. As enzimas das vísceras e do trato digestivo são em geral muito ativas, particularmente em pH neutro. A pepsina é encontrada no estômago do peixe sendo a principal enzima do suco gástrico. A tripsina está presente no ceco pilórico (DOSHIRO, 1968). Enzimas proteolíticas das vísceras também são envolvidas na produção e maturação de gosto e odor de pickles de arenque.

As enzimas das vísceras envolvidas na proteólise possuem alta atividade nos pH estabelecidos na fermentação (FUJII et al., 1951). Entretanto, podemos ter em mente, que normalmente extratos representam uma mistura de enzimas que são ativas sobre uma faixa limite de pH. As enzimas do tecido muscular, catepsinas, representam similarmente uma mistura de enzimas proteolíticas, em extratos do músculo em atividade máxima em ambas condições de pH, alcalino e ácido (MACKIE et al., 1971).

Em casos específicos com relação 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 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 do sabor (MACKIE et al. 1971).

A produção de ácido láctico é importante porque causa uma diminuição no pH, que fica em torno de 4,0, inibindo o crescimento de bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Citrosactu*, *Achromobacter* e *Pseudomonas* (VAN WYK & HEYDENRYCK, 1985).

Além das enzimas proteolíticas do próprio peixe, existem ainda as enzimas de origem vegetal e dos microrganismos contaminadores. O valor de sucos de plantas para amolecimento de carnes e para fermentação de peixes tem sido reconhecidos através dos séculos. A bromelina do suco de abacaxi tem sido muito usada para digerir peixes (CHEVEY, apud et al., 1971), a papaína do leite do mamão e a ficina do figo são também largamente usadas no amolecimento de carnes.

LESSI et al. (1989), obtiveram cinco formulações de fermentos biológicos utilizando diferentes proteases como papaína e bromelina, e diferentes fontes de carboidratos como farinha de trigo e farinha de mandioca, todas apresentando bom desenvolvimento fermentativo quando foram utilizadas para promover a hidrólise do pescado.

As enzimas de interesse para a hidrólise das proteínas são produzidas por microrganismos tais como: fungos (*Aspergillus oryzae*), bactérias (*Bacillus subtilis*), actinomicetes (*Streptomyces griseus*) e leveduras (*Saccharomyces ssp*), e todas elas são potentes enzimas proteolíticas (MACKIE et al., 1971).

As enzimas bacterianas não são consideradas importantes na primeira etapa da hidrólise das proteínas. Porém elas são largamente responsáveis pela produção do sabor, da desaminação e descarboxilação de aminoácidos para diminuir ácidos graxos, aminas e carbonilas.

HASSAN & HEATH (1986), usando lactose como substrato e *Lactobacillus plantarum* como inóculo, obtiveram o pH 4,44 após o segundo dia, e, 4,41 no sétimo, sendo o teor de acidez de 5,22 e 6,68 no mesmo período.

Segundo BERTULLO (1989a), a hidrólise biológica do pescado ou de seus derivados pela ação proteolítica de uma levedura de origem marinha (*Hansenula montevideu*), permite a otimização de processo novo que modifica o substrato empregado

junto com uma fonte energética de baixo custo, tendo como resultado, um produto final na forma líquida cujo conteúdo em proteína digestível; peptídeos de baixo peso molecular e aminoácidos, o fazem sumamente conveniente para propósitos nutricionais.

2.3. Composição química da silagem de peixe

Diferentes tipos de pescado como também a parte constituinte a ser utilizada para silagem (peixe inteiro, cabeça, resíduos etc.) podem ser os fatores responsáveis pela amplitude observada nos valores protéicos dessas silagens. De acordo com DISNEY & HOFFMAN (1978), a silagem de pescado apresenta um teor de proteína bruta (N x 6,25) da ordem de 10,2 a 19,8%, conforme os ácidos usados no preparo, a diferentes pH conforme a Tabela 1.

Entretanto, diversos trabalhos, com ácido fórmico em extratos protéicos de bacalhau (*Gadus morhua*), a pH 4,0, encontraram os seguintes resultados: umidade 77,8%, proteínas 15,8%, lipídios 3,78% e cinzas 3,45% (TATTERSON & WINDSOR, 1974). Para tanto, se a silagem for processada com resíduos de peixes, é bem provável que ocorra alguma variação na composição aproximada dos tecidos com a localização anatômica destes (TATTERSON & WINDSOR, 1974).

Para MARCH et al., 1963) umidade 80,0%, proteína 14,5%, lipídios 2,0% e cinzas 2,8%. Com silagem de arenque (*Clupea harengus*), pequenos resultados foram encontrados tais como: umidade 69,4%, proteína 15,4%, lipídios 13,0% e cinzas 2,2%.????????????????????

Estudo da composição química do músculo do pescado, mostra que a parte comestível contém de 15 a 24% de proteínas e que o teor de lipídios é extremamente variável, podendo variar de 0,1 a 22%, influenciado pela espécie, estado de maturação, estação do ano e pela alimentação no caso dos peixes pelágicos (ALLEN et al., 1981).

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Composição percentual de silagens de vários peixes com o uso de diferentes ácidos.**

| Material usado | Tratamento c/ ácido | Umidade % | Proteína (Nx6,25) | Lipídios % | Cinzas % |
|-----------------------------|---------------------------|--------------|----------------------|---------------|-------------|
| Arenque (Inteiro) | 3% HCOOH | 10,3 | 12,4 | 9,1 | 4,0 |
| Arenque (Inteiro) | pH 2,0(HCl)+ 1% HCOOH | 10,2 | 11,3 | 8,6 | 3,9 |
| Cavala (Inteira) | pH3,0(HCl)+ 1% HCOOH | 9,8 | 19,8 | 1,1 | - |
| Peixe (Inteiro) | pH3,0(HCl)+ 1% HCOOH | 9,9 | 18,8 | 2,6 | 6,9 |
| Cabeça e vísceras | pH3,0(HCl)+ 1% HCOOH | 10,1 | 15,4 | 3,7 | 8,4 |
| Esqueleto (Inc. cabeças) | pH3,0(HCl)+ 1% HCOOH | 11,3 | 14,1 | 4,0 | 12,1 |
| Somente cabeças | pH3,0(HCl)+ 1% HCOOH | 8,5 | 17,5 | 4,8 | 9,3 |
| Vísceras | pH2,0(HCl)+ 1% HCOOH | 8,3 | 10,2 | 8,3 | 2,4 |
| Músculos | pH2,0(HCl)+ 1% HCOOH | 8,8 | 17,3 | 0,4 | 2,7 |
| Camarão | pH3,0(HCl)+ 0,5% HCOOH | 8,6 | 15,6 | 11,0 | 7,5 |

Fonte: DISNEY & HOFFMAN (1978).

2.5. Utilização da silagem biológica de resíduos de pescado na alimentação de peixes

A formulação de rações é de fundamental importância, pois além destas fornecerem os nutrientes e calorias indispensáveis aos animais numa taxa de conversão alimentar aceitável, não podem dispor de uma composição inadequada em aminoácidos, o que sem dúvida, iria interferir negativamente na qualidade das rações destinadas aos animais. No caso específico da silagem biológica de peixe, quando adicionada às rações, é considerada nutricionalmente adequada (GILDBERG & RAA, 1977; RAA & GILDBERG, 1976; STROM & EGGUM, 1981).

Visando o aproveitamento de resíduos da indústria pesqueira para a elaboração de silagens visando a sua utilização na alimentação animal, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas sobre diversos aspectos tais como: tecnologia de elaboração, armazenamento, transporte e eficiência na alimentação animal através de ensaios biológicos. De um modo geral, a silagem de peixe pode ser utilizada nas rações de peixes, proporcionando uma grande ingestão de lisina, assim como quantidades adequadas de outros aminoácidos

essenciais, sendo que a composição em aminoácidos nos diversos tipos de silagem tem variado particularmente com o tipo de material utilizado na sua elaboração, ou seja, se com o peixe inteiro ou em partes (ITOH et al., 1973).

Trabalhos citam que o triptofano decompõe-se na silagem ácida (KOMPIANG et al., 1980; BACCKHOFF, 1976), sendo que a metionina e **a histidina também podem se decompor, porém são instáveis durante a armazenagem ??????????????????????????** (DISNEY et al., 1978). Outros autores determinaram a composição em aminoácidos na silagem de peixe inteiro e na silagem de vísceras de bacalhau armazenadas por 220 dias à temperatura de 27°C e concluíram que somente 8% dos aminoácidos eram eliminados como amônia na silagem de vísceras de bacalhau, implicando em uma insignificante redução do valor nutricional da proteína (GILDBERG & RAA, 1977).

A silagem de pescado pode ser usada para complementar rações de várias espécies animais, quando preparada apropriadamente, constituindo-se em uma fonte de aminoácidos e ácidos graxos livres de alta qualidade, dificilmente obtida por outros processos tecnológicos GREEN et al. (1988) ou na elaboração de novos alimentos (OETTERER DE ANDRADE, 1983).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de execução do experimento

Este trabalho foi conduzido no âmbito da Universidade Federal do Ceará (UFC). Os alevinos foram criados na Estação Experimental do Departamento de Engenharia de Pesca da UFC e o estudo experimental com alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), foi realizado na Estação de Piscicultura Prof. Dr. Raimundo Saraiva da Costa, no Campus do Pici / UFC, em Fortaleza-CE.

3.2. Animais

Nesse experimento foram utilizados alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) ,que estavam com 15,5 g e 9,65 cm de peso e comprimento médios, respectivamente, e posteriormente estocados em tanques de alvenaria de 3 m³. O experimento foi realizado no período de 07/06/97 a 07/10/97, com duração de 97 dias, sendo os peixes alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de silagem biológica e um percentual de proteína bruta em torno de 28%. O arraçoamento foi feito à base de 3 % da biomassa total de cada tanque, ministrada em uma refeição, às 8 horas da manhã, de segunda a sábado. No início do experimento, todos os peixes foram pesados e medidos e a cada 15 dias fez-se amostragens para correção da biomassa e quantidade de ração a ser ministrada.. O Quadro 1 apresenta valores com relação as características de comprimentos e pesos médios, dos animais estocados em cada tanque.

Quadro Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Comprimentos e pesos médios dos alevinos de tilapia do Nilo, no início do experimento.**

| TRATAMENTO/TANQUE | COMPRIMENTO (cm)* | PESO (g)* |
|-------------------|-------------------|-------------|
| T1 (TP 13) | 9,5 ± 0,23 | 14,8 ± 2,10 |
| (TP 14) | 9,7 ± 0,18 | 16,9 ± 1,17 |
| T2 (TP 15) | 9,8 ± 0,11 | 17,2 ± 1,40 |
| (TP 22) | 9,6 ± 0,17 | 15,1 ± 1,84 |
| T3 (TP 23) | 9,7 ± 0,20 | 15,6 ± 2,09 |
| (TP 24) | 9,8 ± 0,24 | 16,3 ± 1,67 |
| T4 (TP 25) | 9,4 ± 0,14 | 13,9 ± 1,25 |
| (TP 36) | 9,15 ± 0,08 | 12,8 ± 1,10 |

* Médias de 06 peixes.

3.3. Material

Foram utilizados os seguintes ingredientes: para elaboração da silagem biológica (S.B.): resíduos de pescado (*carcaças*) 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.

A silagem biológica 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 perfurações de 8 mm de diâmetro.

O experimento constou de três (03) tratamentos, para se verificar a eficiência de rações a base de farelo milho, farelo de soja e suplemento de vitaminas e minerais (NUTRICORTVIT) nas quais foram introduzidos 10, 20 e 30 % de silagem biológica. No tratamento padrão, a ração utilizada foi a FRI-PEIXE 2, doada pelo Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará e serviu de termo de comparação.

3.4. Metodologia

3.4.1. 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) citado por XIMENES CARNEIRO (1991):

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

O resultado desta mistura, após homogeneização, foi acondicionado em saco de polietileno opaco para propiciar condições anaeróbias e evitar a influência de luz. O material foi incubado durante 14 dias à temperatura ambiente ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) verificando-se o pH a cada 24 horas, durante esse período.

3.4.2. Obtenção da silagem biológica de pescado

Antes do preparo da silagem biológica de resíduos de pescado, os mesmos foram descongelados, triturados em moinho picador de carne, equipado com placa de furos de 0,8 mm de diâmetro e homogeneizado mediante agitação mecânica, obtendo-se uma polpa fina, quase pastosa. A essa massa, foram misturados os ingredientes abaixo, nas seguintes proporções:

| | |
|--------------------|------|
| 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 úmida, que, em seguida, foi exposta ao sol, em bandejas de alumínio inoxidável, durante 20 horas descontínuas

3.5. Formulação das rações

Foram formuladas 3 dietas, a primeira com 10 % de silagem biológica ($x = 2.085,67$ kcal/ kg), a segunda com 20 % de silagem biológica. ($x = 2.066,19$ kcal/kg) e a terceira com 30% de silagem biológica ($x = 2.046,91$ kcal/kg). Para comparação foi utilizada ração FRI-PEIXE 2, com 28 % de proteína bruta e XXXXXXXXX kcal/kg de energia metabolizável, que é utilizada na Estação de Piscicultura do D.E.P./UFC.

As três dietas foram formuladas e trituradas nas mesmas condições e com os mesmos ingredientes, variando-se apenas os valores percentuais entre eles (Tabelas 4, 5 e 6). As rações foram calculadas utilizando-se o método do Quadrado de Pearson, tendo por base o percentual de proteína bruta que cada ração deveria conter (ISLABÃO, 1978). Nas Tabelas 8 e 9, pode-se verificar a composição química dos ingredientes utilizados na formulação das rações.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - Composição química da ração T₂ , com 10 % de silagem biológica. (Proteína da silagem ?????)

| Ingredientes | % | PB % | G % | ENN % | Ci % | U % | Ca % | P % | ELD* | Fibras |
|---------------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------|
| Ensilado (E) | 7,20 | 2,80 | 0,34 | 0,72 | 2,30 | 1,02 | 2,80 | 1,7 | 14.559,84 | 0 |
| Soja (S) | 45,81 | 20,84 | 0,45 | 16,49 | 3,20 | 5,72 | 2,00 | 0,3 | 109.256,85 | 2,47 |
| Milho (M) | 46,00 | 4,23 | 2,16 | 32,10 | 1,19 | 6,30 | 0,40 | 0,2 | 84.750,40 | 1,29 |
| Nutricortvit (N) | 1,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| TOTAIS | 100,00 | 27,87 | 2,95 | 49,31 | 6,69 | 13,04 | - | - | 208.567,09 | 3,76 |

Obs: A ração T₂, fornece 2.085,67 kcal/kg de energia líquida disponível.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - Composição química da ração T₃ , com 20 % de silagem biológica. (20% de SB ????)

| Ingredientes | % | PB % | G % | ENN % | Ci % | U % | Ca % | P % | ELD* | Fibras |
|---------------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------|
| Ensilado (E) | 14,40 | 5,60 | 0,69 | 1,44 | 4,60 | 2,05 | 2,33 | 1,70 | 29.119,62 | 0 |
| Soja (S) | 39,87 | 18,14 | 0,39 | 14,35 | 2,79 | 4,98 | 2,00 | 0,30 | 95.089,95 | 2,15 |
| Milho (M) | 44,73 | 4,11 | 2,10 | 31,22 | 1,16 | 6,12 | 0,40 | 0,20 | 82.410,55 | 1,25 |
| Nutricortvit (N) | 1,00 | | | | | | - | - | | |
| TOTAIS | 100,00 | 27,35 | 3,18 | 47,01 | 8,55 | 13,50 | 4,73 | 1,20 | 206.620,12 | 3,40 |

Obs: A ração T3, fornece 2.066,20 kcal/kg de energia líquida disponível.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Composição química da ração T₄, com 30% de silagem biológica. (30% de SB ?????)**

| Ingredientes | % | PB % | G % | ENN % | C % | U % | Ca % | P % | ELD % | Fibras |
|---------------------|---------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------|
| Ensilado(E) | 21,60 | 8,40 | 1,03 | 2,16 | 6,91 | 3,08 | 2,16 | 1,17 | 43.679,52 | 0 |
| Soja (S) | 33,93 | 15,43 | 0,33 | 12,21 | 2,37 | 4,24 | 2,00 | 0,3 | 80.923,05 | 1,83 |
| Milho (M) | 43,47 | 3,99 | 2,04 | 30,34 | 1,13 | 5,95 | 0,40 | 0,2 | 80.089,12 | 1,22 |
| Nutricortvit(N) | 1,00 | | | | | | - | - | | |
| TOTAIS | 100,00 | 27,82 | 3,40 | 44,71 | 10,41 | 13,27 | - | - | 204.691,69 | 3,05 |

Obs: A ração T4, fornece 2.046,91 kcal/kg de energia líquida disponível.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Composição química dos ingredientes usados na formulação das rações.**

| Determinação | Silagem biológica ⁽¹⁾ | % Farelo de soja ⁽²⁾ | Farelo de milho ⁽¹⁾ | Farinha de trigo ⁽²⁾ |
|---------------------|---|--|---------------------------------------|--|
| Umidade | 14,34 | 12,5 | 13,7 | ? |
| Proteína Bruta | 38,94 | 45,5 | 9,2 | 10,0 |
| Gordura | 4,77 | 1,0 | 57,0 | 1,0 |
| Cinzas | 31,98 | 7,0 | 2,6 | ? |
| Carboidratos* | 10,00 | 27,0 | ? | 77,0 |
| Fibra | 0 | 7,0 | 2,8 | ? |
| Cálcio | 1,60 | 2,0 | 0,4 | ? |
| Fósforo | 1,70 | 0,3 | 0,2 | ? |
| kcal/kg | 2.022,2 | 2.615,6 | 2.437,6 | ? |

*Carboidratos obtidos por diferença;

⁽¹⁾ Análises realizadas no Laboratório de Carnes do DETAL/UFC;

⁽²⁾ Dados obtidos na embalagem dos produtos.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Composição do NUTRICORTVIT¹ utilizado na suplementação da dieta para alimentação de alevinos de tilápia.**

| COMPONENTES | Por kg da dieta | | Por kg da mistura | |
|--|-----------------|-----|-------------------|-----|
| | | | | |
| Vitamina A | 7.000,00 | UI | 200.000 | UI |
| Vitamina D ₃ | 1.925,00 | UI | 55.000 | UI |
| Vitamina E | 9,62 | mg | 275 | mg |
| Vitamina K ₃ | 1,58 | mg | 45 | mg |
| Vitamina B ₁ (Tiamina) | 1,72 | mg | 49 | mg |
| Vitamina B ₂ (Riboflavina) | 4,38 | mg | 125 | mg |
| Vitamina B ₆ (Piridoxina) | 2,91 | mg | 83 | mg |
| Vitamina B ₁₂ (Cianocobalamina) | 11,38 | mcg | 325 | mcg |
| Pantotenato de Cálcio | 10,50 | mg | 300 | mg |
| Niacina | 31,51 | mg | 900 | mg |
| Ácido Fólico | 0,70 | mg | 20 | mg |
| Selênio ^{Se} | 0,12 | g | 3,5 | g |
| Cálcio | 6,30 | g | 180 | g |
| Fósforo | 2,80 | g | 80 | g |
| Cloreto de colina | 0,44 | g | 12,5 | g |
| Metionina | 1,31 | g | 37,5 | g |
| Agente anticoccidiano | 0,88 | g | 25,0 | g |
| Promotor do Crescimento | 0,04 | g | 1,0 | g |
| Antioxidante | 0,08 | g | 2,5 | g |
| Manganês | 63,88 | mg | 1.825 | mg |
| Ferro | 35,00 | mg | 1.000 | mg |
| Cobre | 8,75 | mg | 250 | mg |
| Zinco | 43,75 | mg | 1.250 | mg |
| Iodo | 0,88 | g | 1.000 | g |
| Veículo q. s. p. | 35,00 | g | 1.000 | g |

1- Composição do produto comercial, de acordo com o fabricante.

3.6. Plano Experimental e Alimentação

As rações foram testadas através do desenvolvimento de alevinos machos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), sexualmente revertidos, na Estação de Piscicultura Prof. Dr. Raimundo Saraiva da Costa, DEP/UFC, em Fortaleza-CE.

3.7. Determinações químicas

O pH foi determinado sobre amostras do fermento biológico, na silagem e na água dos tanques de acordo com FOEGEDING (1987).

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).

A quantidade de amônia na água dos tanques foi determinada pelo método de Nessler, utilizando iodeto de potássio, iodeto de mercúrio (Solução de Nessler), tartarato de sódio e potássio (seignette) e leitura em espectrofotômetro a 425 nm, sendo que a quantidade de amônia (NH₃) foi calculada em relação ao NH₄ expresso em percentagem, em função da temperatura e pH da água (TRUSSEL, 1972).

A concentração de oxigênio dissolvido foi determinada pelo método de Winkler, através de titulação com tiosulfato de sódio (0,05 N), utilizando amido (0,5 %) como indicador.

A composição química elementar foi determinada sobre: as amostras de ingredientes das rações, triturado de pescado, silagem biológica nas formas úmida e semi-seca, rações dos tratamentos T2, T3 e T4. Estas análises foram realizadas de acordo com ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS AOAC (1980), determinando-se o teor de proteína bruta pelo método de Kjeldahl (usando-se como fator de conversão 6,25). O teor de gordura foi determinado pelo método de extração contínua com éter de petróleo em extrator de Soxhlet durante 5-6 horas; as cinzas foram determinadas através da incineração em forno mufla a 550°C durante 5 horas; a umidade, por dessecação em estufa a 105°C até peso constante.

Os teores de cálcio e fósforo foram determinados sobre as rações T₂, T₃ e T₄. O método utilizado para determinar o teor de cálcio foi de acordo com o método

complexométrico com EDTA em solução fortemente alcalina, usando murexida como indicador e para o fósforo, foi determinado de acordo com o método colorimétrico com o molibdovanadato de amônia para formar o fosfomolibdovanadato, cuja coloração amarelo alaranjada é medida a 420 nm, segundo método padrão da AOAC (1980).

3.8. Características organolépticas

As características da qualidade organolépticas da silagem de resíduos de pescado se basearam no aroma, cor, consistência e eventualmente o sabor. Estas características foram mudadas de acordo com a ação das bactérias produtoras de ácido láctico, resultando no abaixamento do pH e em um aumento da acidez (BERTULLO, 1989a).

3.9. Avaliação nutricional

Os peixes que foram utilizados neste estudo encontravam-se com 105 dias de idade no início do experimento e após um período de 7 dias de adaptação às condições experimentais onde foram pesados e medidos.????????????????????????????????

3.10. Análises Estatísticas ???

O experimento foi desenvolvido em um delineamento inteiramente casualizado, em 8 tanques retangulares de alvenaria com as seguintes dimensões: 3 m x 1 m x 1 m , com volume de 3000 litros cada, sendo 2 tanques para cada tratamento. A taxa de estocagem foi de 6 peixes por tanque e cada um destes tanques representou uma unidade experimental, sendo estabelecido um período de 7 dias para adaptação, com 2 dias sem alimentação e 5 dias com os animais alimentados com as respectivas rações dos tratamentos: (T₁= Fri-peixe 2); (T₂= ração com 10% de

silagem biológica); (T₃= ração com 20% de silagem biológica); (T₄= ração com 30 % de silagem biológica), a que foram submetidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. 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, úmida e semi-seca, estão apresentados na Tabela 11.

Observou-se que para as determinações de umidade, proteína, lipídios, cinzas, carboidratos, fibra total e valor calórico (kcal/kg) os valores corresponderam a 61,80% para umidade, 13,30% para proteína, 3,45% para lipídios, 6,85% para cinzas, 14,60% para carboidratos e 739,0 kcal /100g para valor calórico na silagem úmida, enquanto que na silagem semi-seca corresponderam a 14,34% para umidade, 38,94% para proteína, 4,77% para lipídios, 31,98% para cinzas, 9,97% para carboidratos e 2.022,2 kcal /kg para valor calórico na silagem semi-seca.

Por outro lado, o teor de umidade na silagem úmida que era de 61,80% reduziu-se para 14,34% na semi-seca, após exposição ao sol por 20 horas, redução essa equivalente a 23,20%. Essa redução no conteúdo de umidade, concentrou proteínas e minerais, sendo que o teor de carboidratos na silagem úmida um pouco alto, deve-se aos vegetais (repolho e mamão) e a farinha de trigo incorporada, o que transformou a silagem rica em energia e proteína, fato esse verificado quando da exposição ao sol por 20 horas, havendo uma grande concentração das proteínas, que de 13,30% sua forma úmida passou para 38,94% na forma semi-seca. O teor de carboidrato apesar de **desprezível** na silagem de resíduos de pescado aparece em torno de 14,60% na forma úmida e reduz-se a 9,97% após exposição ao sol por 20 horas, alterando-se assim a característica energética da silagem em relação ao triturado de resíduos de pescado.

Estes dados estão de acordo com o relato de diversos autores que mostram divergências na composição das silagens, atribuídas ao fato do uso de distintas matérias-primas, já que a composição dos resíduos ou dos peixes triturados inteiros, podem variar de acordo com a espécie, época do ano e estágio de maturação sexual.

Segundo CARNEIRO (1991), é natural a variação da composição das silagens feitas com resíduos de pescado, considerando-se a matéria prima utilizada, principalmente quando os resíduos são oriundos de pescado classificados como “gordo”.

CIFUENTES et al. (1989), 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*) um peixe de água doce, encontraram valores para os teores de proteínas que variam de 11,30% a 13,26% e teores de gordura de 6,17 a 8,63%, valores estes diferentes dos encontrados por CARNEIRO (1991), que foram: proteína, 14,44% e gordura, 3,89%, mas que não se distancia muito dos obtidos neste trabalho.

AVDALOV et al. (1989) elaboraram silagem biológica, cujo agente proteolítico foi a levedura de cerveja (*Hansenula montevideo* - Mrak Phaft, 1948) com resíduos de peixe inteiro, obtendo a seguinte composição química: proteína bruta, 13,01%, lipídios, 3,61 %, minerais, 3,44 % e extrato não nitrogenado, 4,64%.

OTTATI & BELLO (1989b) trabalhando com silagem biológica utilizando *Lactobacillus plantarum*, também obtiveram valores aproximados, na composição química da silagem: umidade, 65,90 %; proteína bruta, 15,76 %; lipídios, 2,56 %; cinzas, 5,74; e carboidratos, 11,05 %. HERCULES et al. (1985), obtiveram silagem biológica de pescados com diferentes fontes de carboidratos e chegaram aos seguintes resultados: umidade, 66,40 a 72,90 %; proteína, 13,10 a 14,40 % e, gordura, 2,60 a 4,30 %.

LESSI et al. (1989) obtiveram valores calóricos de 187 kcal/100g e 179 kcal/100g, respectivamente, resultados próximos aos encontrados neste trabalho. Já na forma semi-seca, o valor calórico ficou em torno de 282 Kcal/100g, valor inferior ao

encontrado por ARECHE et al. (1989), quando calculou para forma seca os teores de umidade das duas formas semi diferentes. Os mesmos autores encontraram para o valor calórico trabalhando com silagem biológica valores em torno de 114,46 Kcal/100g, sendo estes muito próximos aos encontrados no presente trabalho.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Composição química da silagem biológica nas formas úmida e semi seca.**

| DETERMINAÇÕES | SILAGEM ÚMIDA (%) | SILAGEM (1) SEMI-SECA (%). |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Umidade | 61,80 | 14,34 |
| Proteína bruta | 13,30 | 38,94 |
| Gordura | 3,45 | 4,77 |
| Cinzas | 6,85 | 31,98 |
| Carboidrato * | 14,60 | 9,97 |
| Fibra total | ? | ? |
| Valor calórico (Kcal (S.B.)/100g) | 139,0 ??? | 262,2 ???? |

* Carboidratos obtidos por diferenças

(1) 20 horas de exposição descontínua ao sol.

5.2. Características organolépticas

Na Tabela 10, estão apresentados os resultados das características organolépticas na silagem biológica de pescado. Nas primeiras 24 horas iniciais, o triturado de peixe misturado à farinha de trigo, sal e fermento, apresentou cor rosada, o que indica desenvolvimento inicial de bactérias putrefativas, apresentando textura firme, viscosa e odor natural de peixe. Após o 2º dia, o produto foi escurecendo e apresentando consistência alterada, podendo sentir-se um pequeno odor de sardinha em conserva. Estas características foram sendo alteradas com a ação das bactérias produtoras de ácido lático, resultando na redução do pH e um aumento da acidez. No 5º dia, a silagem apresentou-se com cor castanho escuro, própria de silagem biológica, que tem como fonte de carboidrato a farinha de trigo. A textura encontrava-se

cremosa, quase líquida, e no que tange ao sabor, verificou-se um sabor pouco adocicado e com leve gosto de amargo.

BERTULLO (1989), trabalhando com silagem biológica de resíduos de pescado, faz referência a classificação como de boa qualidade, para uma silagem que apresente odor ácido suave, cor tendendo 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 neste estudo.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Características organolépticas da silagem biológica de pescado**

| Parâmetros | Características |
|-------------------|-------------------------------|
| Cor | Castanho escuro |
| Odor | Cheiro suave de ácido |
| Textura | Creмоса quase líquida |
| Sabor | Adocicado e suavemente amargo |

5.3. Fermento biológico

A Figura 1 apresenta valores de pH no fermento biológico durante 120 horas. Após 7 dias de fermentação houve uma estabilização do valor do pH em 3,5., a seguir, pode-se observar as variações de pH e acidez em ácido láctico durante os 14 dias de incubação, onde observou-se que os índices de pH e acidez em ácido láctico atingiram seus picos máximos após o terceiro dia de fermentação com valores que variaram entre 3,55 e 4,44%, respectivamente. As variações do pH e do teor de acidez, por um lado, beneficiam a hidrólise das proteínas, e por outro, inibe o crescimento das bactérias putrefativas.

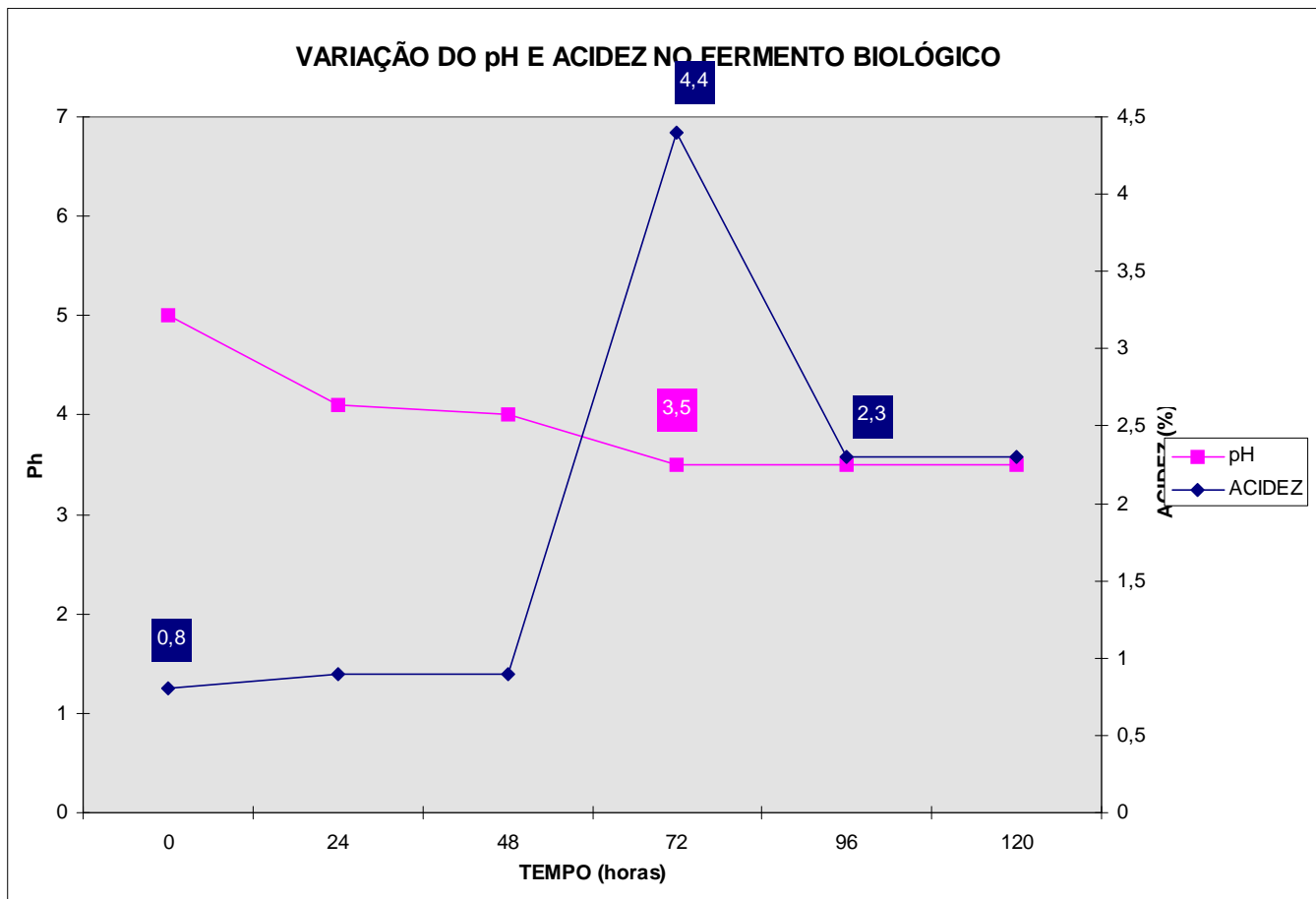


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Variação de pH e acidez no fermento biológico, durante o período de incubação.**

LESSI et al. (1989), visando ampliar as possibilidades da produção de silagem nos países tropicais, fizeram variar os componentes da formulação de LUPIN (1983),

usando couve, amido de mandioca, farinha de trigo, abacaxi e suco de limão para substituir o vinagre e obtiveram vários fermentos usando as mesmas proporções dos ingredientes usados neste trabalho e no final da fermentação aos valores de pH entre 3,5 a 3,7 e acidez em ácido lático entre 1,7 a 2,47 %

Experências realizadas no curso de Tecnologia e Controle de Qualidade de Produtos de Pesca, na cidade de Praia, pela FAO/DANIDA, determinou-se que 48 horas foi o tempo suficiente para obtenção do fermento biológico (FAO, 1985).

Em 1986, a mesma equipe técnica, realizou outro trabalho na Guiné-Bissau, onde também considerou pronto o fermento após 48 horas de fermentação (FAO, 1986). Vale salientar que na citada experiência, a equipe não dispunha de condições para as determinações de pH e acidez, baseando-se apenas no aspecto do fermento para utilizá-lo em condições artesanais.

5.4. Silagem biológica de pescado

A Figura 2, mostra as variações de pH e acidez em ácido lático, após 1 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. O mesmo ocorreu com o teor de acidez em ácido lático, 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 se estabilizar em torno de 4,0 %. Na silagem biológica de pescado encontrou-se um pH final em torno de 4,60 e um teor de acidez de 4,10 %.

Segundo VAN WYKK & HEYDERYCH (1985), para se obter uma silagem biológica estável deve-se alcançar um pH menor ou igual a 4,0. No entanto, na silagem obtida com esses valores de pH e acidez manteve-se estável durante 18 meses à temperatura ambiente .

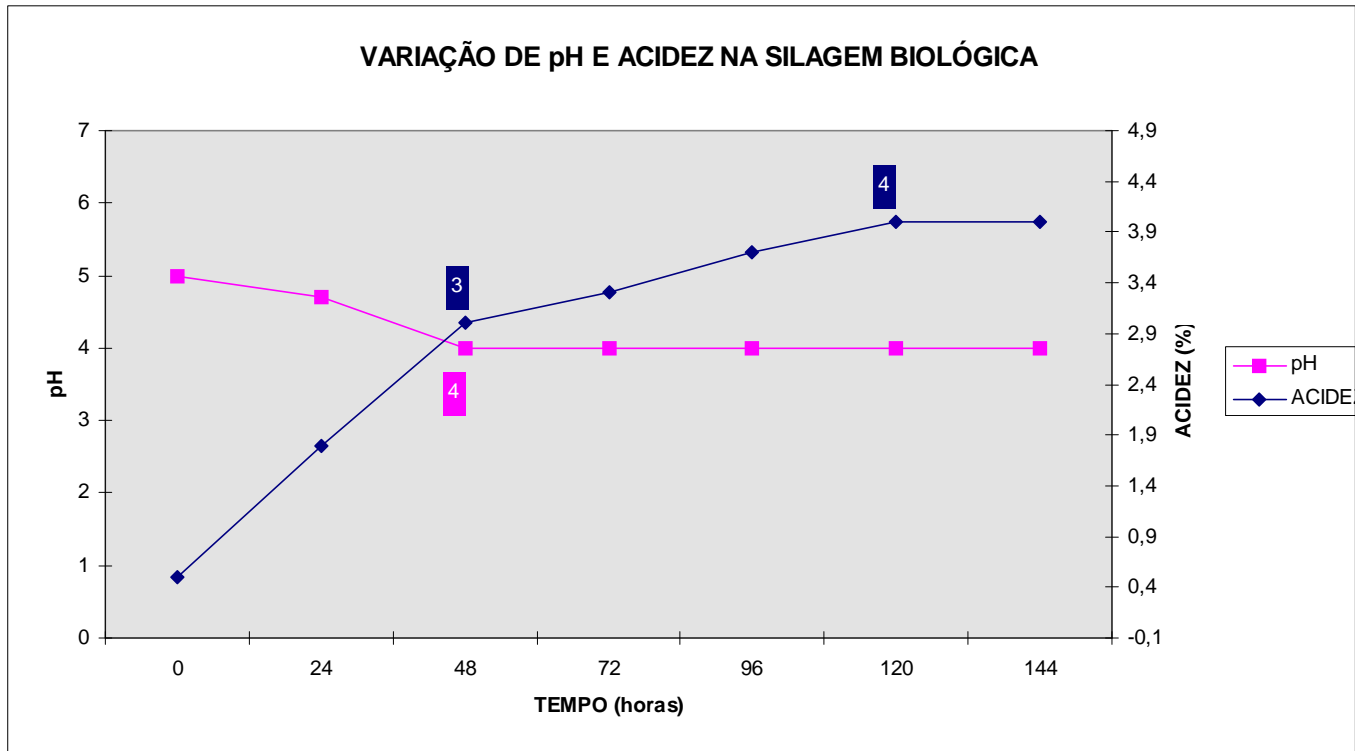


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Varição do pH no substrato (silagem biológica de pescado)**

Segundo alguns autores quando trabalha-se com cultura de microrganismos selecionados para fermentação, como *L. plantarum*, DTCC 8014, *Candida lipolitica* e *S. lactis*, *L. bulgaricus* e *S. thermophilus*, é necessário controlar a temperatura, o tempo de cultivo e os meios de cultura adequados, sendo que estes últimos são

importados por preços elevados (ADAMS et al., 1987; BELLO et al., 1989). Estas dificuldades influem nos custos do produto, enquanto que o fermento biológico utilizado, não precisa controlar a temperatura, pois é estocado à temperatura ambiente e a matéria-prima pode ser encontrada em todas as regiões do país (ARECHE et al., 1989). Após a mistura com o triturado de peixe, basta que seja homogeneizado esporadicamente para colocar as bactérias lácticas em contato com o substrato, com o acompanhamento do teor de acidez e do pH que são parâmetros importantes no processo de hidrólise das proteínas. As bactérias lácticas inibem o desenvolvimento de outros microrganismos putrefativos através da produção de ácido láctico associado à diminuição de pH.

O uso de fermento biológico, permite efetuar variações do pH e acidez da mistura de triturado de peixe, farinha de trigo e sal. As bactérias produtoras de ácido láctico, utilizam o trigo como fonte de carboidratos, produzindo também um pouco de CO₂, além de outros ácidos orgânicos (ARECHE et al., 1989). A fonte de carboidratos é de grande importância para que as bactérias lácticas continuem fermentando o meio. O pescado não contém carboidrato suficiente para produzir uma fermentação com trocas de pH e acidez que preservem o triturado de peixes (LUPIN, 1983; ADAMS et al., 1987). Daí, utilizou-se 30% de farinha de trigo. LESSI et al. (1987) também utilizaram 30 % de farinha de trigo e de outras fontes de carboidratos na obtenção de silagem a partir de resíduos de pescados, à medida que aumentavam a concentração de sacarose. Um produto estável foi obtido com uma relação de 100 % de pescado, 20 % de substrato e 15 % de inóculo por BELLO et al. (1989).

O rendimento da silagem seca foi obtida pela seguinte fórmula:

$R \% = Pf / Pi \times 100$, onde:

R % = rendimento em percentual

Pf= peso final

Pi= peso inicial

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Pi = 34,37 kg

Pf = 11,25 kg

R % = $11,25 / 34,37 \times 100$

R % = 32,73 %

5.5. Secagem e estocagem da silagem

Completa a hidrólise das proteínas, após 7 dias de incubação, a silagem foi considerada completa e, assim foi 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 monoblocos de 2 quilos e estes dentro de sacos para transporte de alevinos, por um período de 160 dias, em temperatura ambiente, sem que houvesse nenhum desenvolvimento de microrganismos ou fungos.

Segundo VILLELA DE ANDRADE (1982), a estabilidade pode ser aumentada, baixando-se o teor de umidade da silagem para 10%, pois assim evita-se o crescimento de fungos. Sobre o rendimento, Poulter et al., citado por VILLELA DE ANDRADE (1982), obtiveram cerca de 65,3% de rendimento, quando misturaram silagem ácida com farelo de arroz, o que justifica o maior rendimento por eles obtido.

segundo VILLELA DE ANDRADE et al., (1989), após a evaporação da silagem integral à sombra por 48 horas, a mesma apresenta um rendimento final de 46,80%, valor aproximado ao obtido neste trabalho. Esses autores compararam, também silagem integral de resíduos de sardinha e farinha de peixe de diferentes procedências e verificaram que a silagem pode ter de 64,8% a 66,4% a mais de umidade que a farinha de peixe. Quanto maior a quantidade de água na silagem integral menor o rendimento. Entretanto, teores de umidade mais elevados podem causar desenvolvimento de microrganismos e encarecem o transporte do produto.

5.6. Eficiência alimentar com alevinos de tilápia

O monitoramento dos parâmetros físico-químico da água dos tanques experimentais, não mostraram diferenças acentuadas entre os mesmos, concluindo-se que as condições hidroquímicas não influenciaram no desenvolvimento dos peixes.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) pode tolerar baixas concentrações de oxigênio dissolvido, podendo sobreviver em águas com teores de 0,5mg/l. empregando neste caso, uma adaptação morfológica em que há um desenvolvimento reversível dos lábios para ajudar o peixe a captar o oxigênio da camada superficial da água (VAL, 1986).

DJAJASEWARA & DJAJADIREDA (1979), trabalhando com silagem ácida na alimentação de carpa comum, fizeram o acompanhamento dos parâmetros físico-químicos da água dos tanques e obtiveram os seguintes resultados: pH (6,8-7,0); oxigênio dissolvido (5,9-8,8 ppm); amônia (0,1-0,3 ppm) e temperatura da água (24-28°C), os quais foram iguais para todos os tanques, resultando dados aproximados aos encontrados para os quatro tratamentos testados neste trabalho.

5.6.1. Análise do ganho de crescimento

Nas Figuras 3 e 4 a análise estatística mostra que não houve efeito de tratamento (ração), isto é, não houve diferença no ganho de comprimento em relação às diversas rações utilizadas. Gráficamente observamos apenas um ligeiro decréscimo no ganho de comprimento com relação à testemunha (Figura 3). A Figura 4 mostra graficamente que houve apenas um ligeiro decréscimo no ganho do comprimento em relação à testemunha.

Comparando os resultados dessas rações com o ganho de comprimento obtido com a dieta T₁ (Ração convencional para piscicultura), observou-se que este não proporcionou ganho médio de crescimento aos dos alevinos dos tratamentos T₂, T₃ e T₄, ?????????????? contudo ao final dos 97 dias os tratamentos T₂, T₃ e T₄ apresentaram ganhos médios superiores à testemunha, embora a análise estatística não tenha mostrado diferenças significativas ($p < 0,05$) no ganho de comprimento dos peixes (Quadro 2 de Análise de Variância).

O crescimento em comprimento obtido por este trabalho foi considerado satisfatório quando comparado aos resultados obtidos por FREITAS (1993), CHACON et al. (1989) e CARNEIRO (1991).

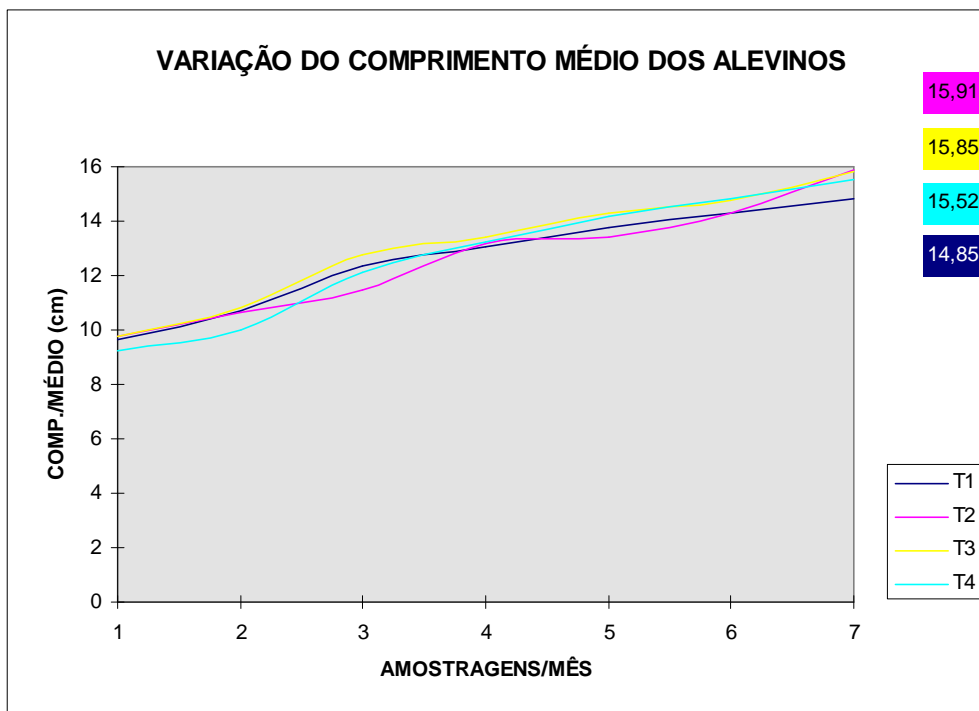
O mesmo autor, iniciou um experimento com exemplares de maior comprimento inicial (12,3 cm), obtiveram após 6 meses de criação com dietas para galináceos, comprimento médio de 23,6 cm, como também em policultivo (carpas, tambaqui e tilápia) e usando dieta para galináceos, obtiveram crescimento 27,4 cm de comprimento médio para esses indivíduos.

Na Tabela 12. Os peixes que foram utilizados neste estudo estavam com 97 dias de idade e após um período de 7 dias de adaptação às condições experimentais foram pesados e medidos apresentando-se bastante homogêneos. Os alevinos iniciaram o experimento com comprimento médio variando de $9,65 \pm 0,21$ cm a $9,26 \pm 0,16$ cm, sendo considerados iguais para todos os tratamentos. No final dos 97 dias de cultivo os exemplares alcançaram o comprimento médio entre $14,85 \pm 0,70$ cm a $15,52 \pm 2,53$ cm.

TABELA 12 - Comprimento médio dos alevinos de tilápia alimentados com silagem biológica de resíduos da filetagem de pargo por 97 dias.

| TRATAMENTOS AMOSTRAGENS* | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| INICIAL | $9,65 \pm 0,21$ | $9,76 \pm 0,18$ | $9,77 \pm 0,22$ | $9,26 \pm 0,16$ |
| 1 | $10,71 \pm 0,30$ | $10,63 \pm 0,52$ | $10,80 \pm 0,41$ | $10,01 \pm 0,36$ |
| 2 | $12,38 \pm 0,27$ | $11,49 \pm 0,64$ | $12,79 \pm 0,67$ | $12,11 \pm 0,52$ |
| 3 | $13,05 \pm 0,50$ | $13,16 \pm 0,80$ | $13,39 \pm 0,83$ | $13,25 \pm 1,44$ |
| 4 | $13,78 \pm 0,75$ | $13,40 \pm 0,78$ | $14,30 \pm 0,68$ | $14,20 \pm 1,47$ |
| 5 | $14,30 \pm 0,67$ | $14,30 \pm 0,67$ | $14,78 \pm 0,86$ | $14,81 \pm 1,72$ |
| FINAL | $14,85 \pm 0,70$ | $15,91 \pm 1,06$ | $15,85 \pm 0,65$ | $15,52 \pm 2,53$ |
| VALOR MÉDIO | 5,2 ?? | 6,15 ?? | 6,08 ?? | 6,26 ?? |

*Números expressos em centímetros e média de 12 peixes.



T1 - Ração convencional para piscicultura

T2 = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T3 = Ração com 20% " " " " "

T4 = Ração com 30% " " " " "

Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Comprimento médio dos alevinos de tilápia alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado.**

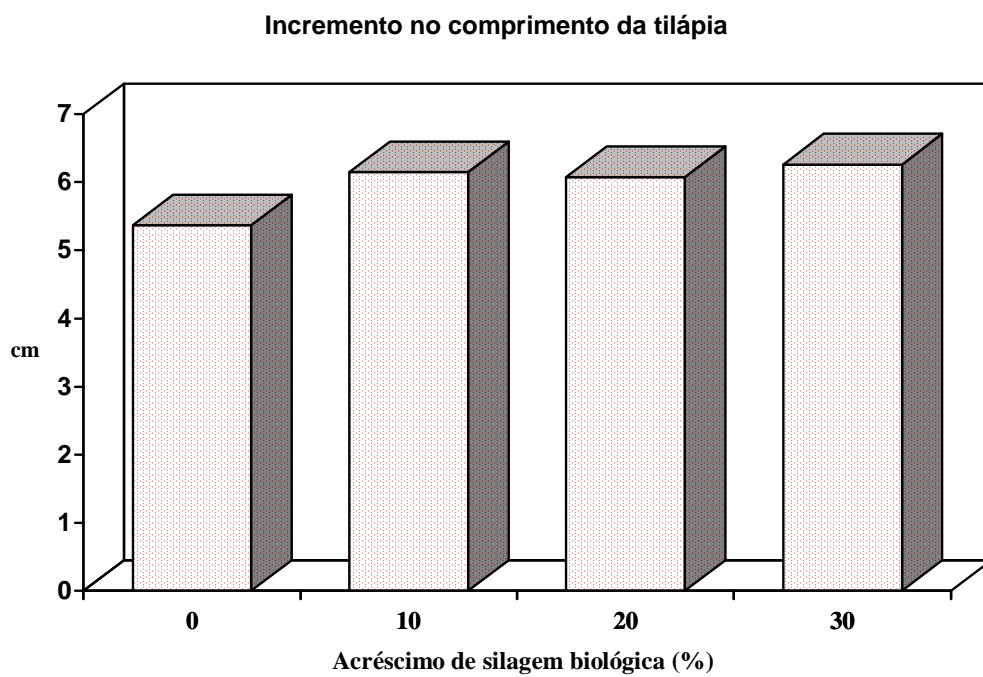


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Variabilidade existente em cada tratamento no incremento do comprimento**

5.6.2. Análise do ganho de peso

Nas Figuras 5 e 6 temos a evolução do ganho de peso dos alevinos, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem biológica de resíduos da filetagem de pargo (T₂, T₃ e T₄) comparados com T₁ (ração convencional para piscicultura).

Deste modo observando-se a Figura 6 e 7, percebe-se um acréscimo no ganho de peso em relação à testemunha. Houve também efeito de bloco e apenas efeito da interação entre tratamentos e blocos significativos ao nível de 5 %. Isto é, os tratamentos T₃ (35,1353), T₂ (36,4083) e T₄ (40,2083) não diferem entre si, mas distanciam-se significativamente da média do T₁ (25,3583). O tratamento T₄ com inclusão de 30 % de S. B. apresentou maior média, ou seja, maior ganho de peso.

Analisando as dietas contendo silagem biológica de pescados, no que tange à composição dos ingredientes, pode-se acrescentar, que os resíduos de peixe, apesar de apresentar 38,94 % de proteína bruta na sua composição química, foi produzida partindo-se de carcaças dos peixes, aí incluindo-se quantidades consideráveis de cartilagens, como nadadeiras, bexiga natatória, espinhas, cabeças e guelras, que se constituem de proteínas de baixa qualidade (colágeno, elastina e queratina), que segundo FREITAS (1993), pode levar a um baixo 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 digerir pelos peixes. A assimilação da matéria graxa, segundo CASTANGNOLL (1979) depende do ponto de fusão das gorduras, que está relacionado à extensão de sua cadeia carbônica e ao grau de insaturação delas. Com relação à digestibilidade dos carboidratos, estes autores afirmam que esta é, inversamente proporcional ao número carbonos na molécula de carboidrato. Assim, mono e dissacarídeos, são mais digestíveis que amido, que o é mais que a celulose, pela maior complexidade desta última, FREITAS (1993).

Quanto aos teores de gorduras das dietas com inclusão de silagem biológica de resíduos de pescados, notamos que este nutriente apresentou-se com valores iguais a 2,95 (T₂ com 10 % S.B.); 3,18 (T₃ = 20 % de S. B.) e 3,4 (T₄ = 30 % de S. B.), ou seja com valores abaixo do recomendado (4 a 8 %) e dos aceitáveis (4 a 10 %) (BACKHOFF, 1976). Vale salientar que, fez-se 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.

Os resultados obtidos para o ganho de peso neste estudo, são satisfatórios, se comparados aos obtidos por CHACON et al. (1989), que partindo de indivíduos com peso inicial médio superior ao deste estudo (28,0g), obtiveram, após 6 meses de cultivo, peso médio de 283,0g.

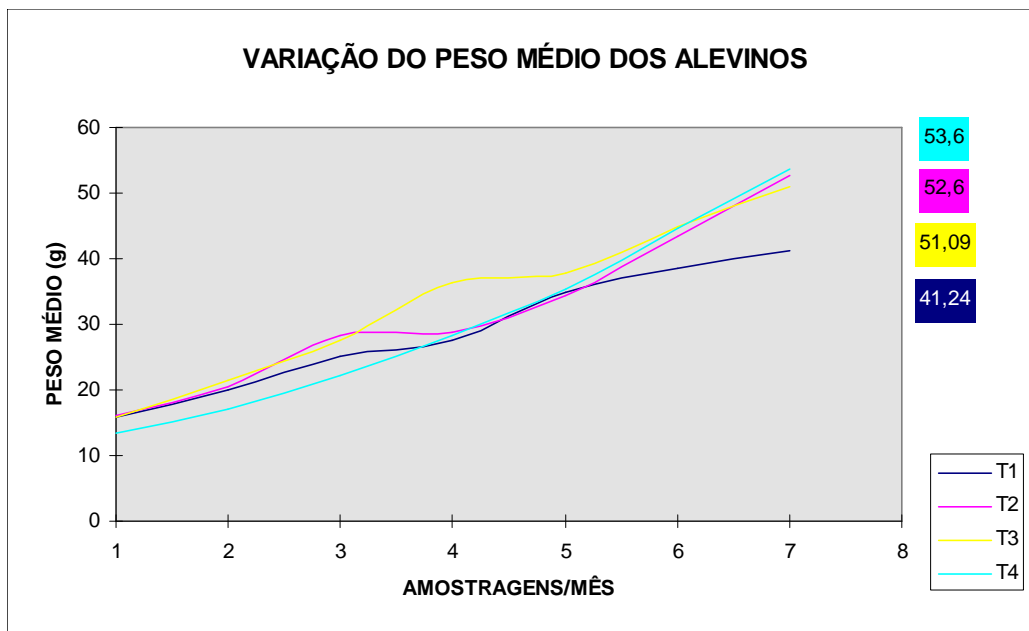
Na tabela 13, verifica-se que os alevinos iniciaram o experimento com pesos médios variando entre $15,88 \pm 2,18$ g e $13,39 \pm 1,28$ g e, ao final do período experimental apresentaram o peso médio de $41,24 \pm 6,83$ g a $53,60 \pm 6,68$ g; o ganho médio de peso foi menor em T₁ (0 % de silagem biológica) e seguido em ordem crescente pelos tratamentos T₃ (20 % de S. B.), T₂ (10 % de S. B.) e T₄(30 % de S.B.), este apresentando o maior ganho médio de peso, o que pode ser observado na Tabela 13, Quadro 3 da Análise de Variância,

O Quadro da análise de variância demonstra que houve efeito de tratamento (ração), ou seja, houve diferença no ganho de peso em relação as diversas dietas utilizadas.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Peso Médio dos alevinos de tilápia, alimentados com diversos níveis de inclusão de silagem biológica de resíduos de pescado por 97 dias.**

| TRATAMENTOS AMOSTRAGENS * | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| INICIAL | 15,88 ± 2,18 | 16,19 ± 1,88 | 15,95 ± 1,84 | 13,39 ± 1,28 |
| 1 | 20,07 ± 2,47 | 20,48 ± 3,25 | 21,35 ± 2,83 | 17,19 ± 1,75 |
| 2 | 25,16 ± 2,58 | 25,70 ± 3,37 | 27,68 ± 4,89 | 22,30 ± 2,43 |
| 3 | 27,53 ± 2,34 | 28,67 ± 5,14 | 33,15 ± 6,38 | 28,38 ± 5,36 |
| 4 | 34,85 ± 4,53 | 34,42 ± 6,72 | 37,88 ± 5,30 | 35,40 ± 4,64 |
| 5 | 38,61 ± 5,63 | 43,43 ± 9,23 | 44,88 ± 6,06 | 44,62 ± 4,44 |
| FINAL | 41,24 ± 6,83 | 52,6 0± 9,38 | 51,09 ± 6,73 | 53,60 ± 6,68 |
| VALOR MÉDIO | 25,36 | 36,41 | 35,14 | 40,21 |

* Dados em gramas e médias de 12 peixes.



T1 = Ração convencional para piscicultura
T2 = Ração com 10% de silagem biológica de pescado
T3 = Ração com 20% de " " " "
T4 = Ração com 30% de " " " "

Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Peso médio dos alevinos de tilápia, alimentados com diversos níveis de inclusão da silagem biológica de resíduos de pescado por 97 dias.**

Análise do ganho de peso em função do acréscimo de silagem biológica

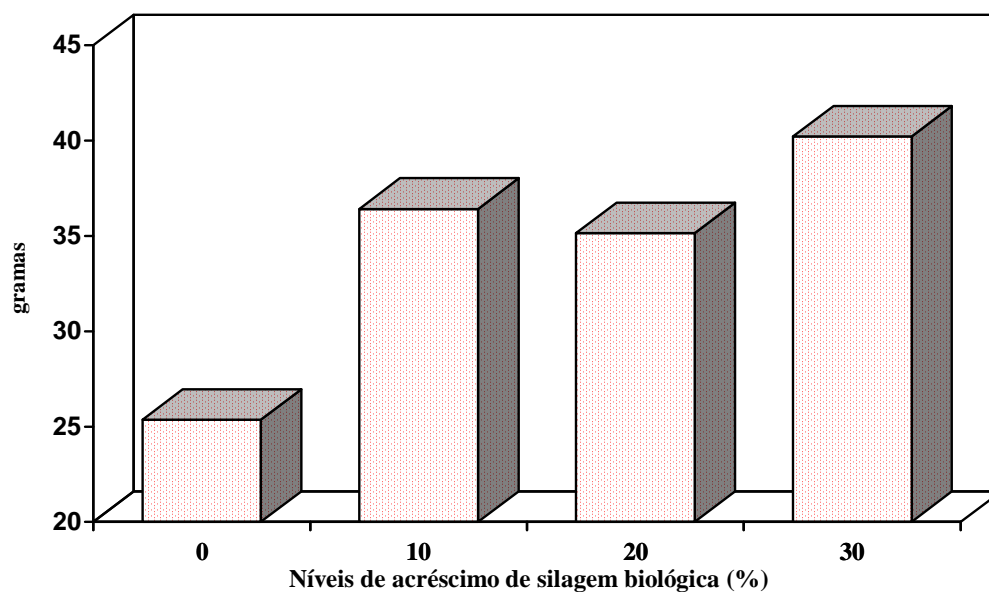


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - Análise do ganho de peso em função do acréscimo de silagem biológica

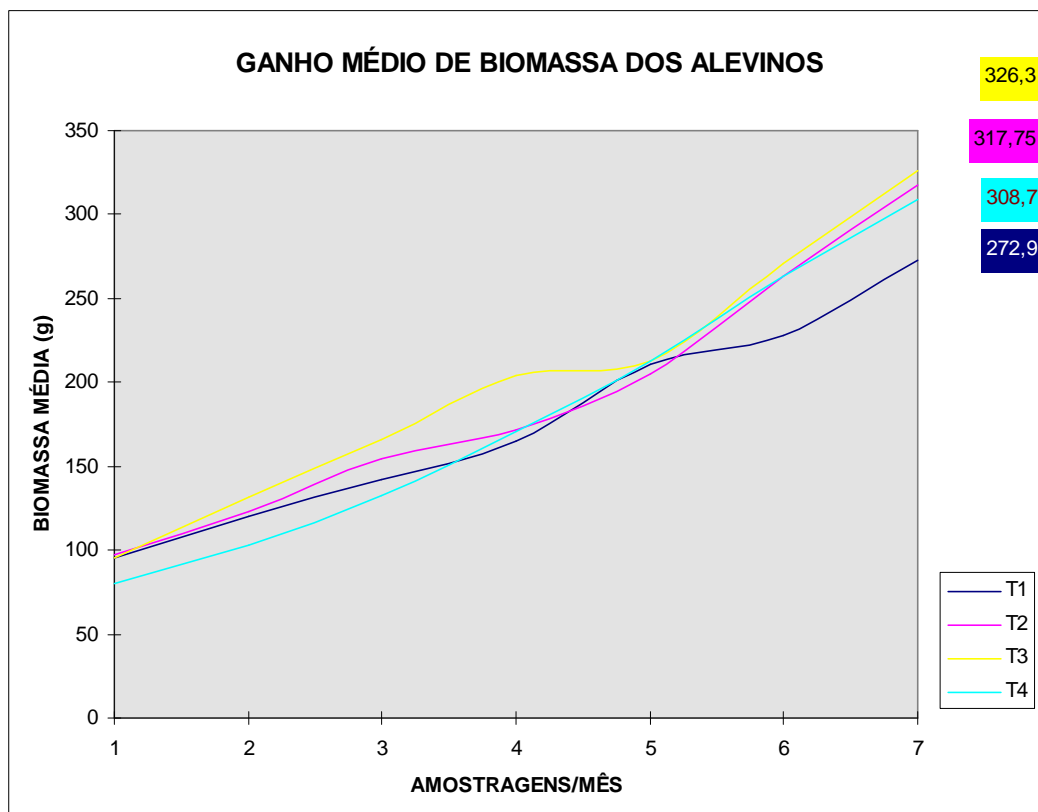
5.6.3. Ganho de biomassa

Analisando a Tabela 13 e Figura 7, verificamos o ganho médio de biomassa obtido neste estudo. Iniciando o estudo, as biomassas variaram de $80,35 \pm 5,02\text{g}$ (T_4) a $97,15 \pm 8,55\text{g}$ (T_2) valores esses muito próximos entre os tratamentos. Ao final do período de observação, ou seja, 97 dias, este parâmetro alcançou valores entre $272,9 \pm 36,62\text{g}$ (T_1) e $326,3 \pm 76,65\text{g}$ (T_3). Ao decorrer do período experimental, o ganho de biomassa foi crescente para todos os tratamentos. Todavia, graficamente podemos observar que o tratamento T_1 (0 % de inclusão de S. B.) foi inferior aos tratamentos T_3 , T_2 e T_4 , assim dispostos em ordem crescente de ganho médio de biomassa e que continham 20, 10 e 30 % de silagem biológica de resíduos da filetagem de pargo, respectivamente. Comparando esses resultados com valores alcançados em outros estudos, consideramos satisfatórios os obtidos nesta pesquisa.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Ganho médio de biomassa dos alevinos de tilápia alimentados com dietas contendo 0, 10, 20, e 30% de silagem biológica, de resíduos de pescado por 97 dias.**

| TRATAMENTOS AMOSTRAGEM* | T1 | T2 | T3 | T4 |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| INICIAL | 95,00 ± 09,61 | 97,15 ± 08,55 | 95,75 ± 03,04 | 80,35 ± 05,02 |
| 1 | 120,60 ± 13,57 | 122,90 ± 22,60 | 131,20 ± 22,20 | 103,15 ± 05,30 |
| 2 | 142,00 ± 24,89 | 154,25 ± 19,58 | 166,15 ± 28,77 | 132,65 ± 09,40 |
| 3 | 165,20 ± 08,48 | 171,60 ± 23,90 | 204,05 ± 05,44 | 170,30 ± 23,19 |
| 4 | 210,80 ± 07,77 | 205,30 ± 48,50 | 212,30 ± 08,62 | 212,45 ± 08,27 |
| 5 | 227,55 ± 13,08 | 263,05 ± 69,22 | 270,80 ± 44,97 | 263,35 ± 17,32 |
| FINAL | 272,90 ± 36,62 | 317,75 ± 73,60 | 326,30 ± 76,65 | 308,70 ± 14,00 |
| VALOR MÉDIO | 177,9 | 220,6 | 230,55 | 228,35 |

* Dados expressos em gramas e médias de 12 peixes.



T1 = Ração convencional para piscicultura
T2 = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado
T3 = Ração com 20% de " " " " "
T4 = Ração com 30% de " " " " "

Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Ganho médio de biomassa dos alevinos de tilápia alimentados com dietas contendo 0, 10, 20 e 30% de silagem biológica de resíduos de pescado por 97 dias.**

No tocante às condições limnológicas da qualidade da água dos viveiros, embora não tenha sido feito um estudo, observou-se que no período entre cada amostragem a água apresentava-se bastante turva e com cheiro amoniacal muito forte, porém não sentia-se odor característico de putrefação. A cada amostragem, fazia-se o esgotamento completo dos tanques e constatava-se a presença de excrementos e resíduos alimentícios, que podem ter elevado o CO₂ e reduzido o O₂, dissolvidos na água. Este fato pode ter contribuído para um menor aproveitamento do alimento, afetando de certa forma o metabolismo dos peixes, diminuindo a produtividade primária e, por conseguinte, o rendimento da biomassa no tratamento T₁, e uma estabilização entre a quarta e a quinta amostragens no tratamento T₃. Todavia, foi este que apresentou maior média de ganho de biomassa.

Na Tabela 14, a seguir, resumimos os valores médios de pH, quantidade de amônia e O₂ da água dos viveiros durante o experimento. Observou-se que o pH manteve-se dentre os valores aceitáveis, ou seja, de 6,5 a 9,0, fato também registrado para O₂, com exceção do viveiro 13 do Tratamento T₁ (T₁ = 2,6) e, somente os valores para a amônia (NH₃) ficaram sempre acima do aceitável (< 0,020mg/l) em todos os tratamentos.

Segundo AVAULT JR (1993), a amônia é o resultado da decomposição de material orgânico, é também altamente tóxica para a vida aquática e, que sua toxicidade varia de acordo com o estado químico, pH e temperatura da água. Segundo o mesmo autor, vários trabalhos têm estudado a toxicidade da amônia para diversas espécies cultivadas. Segundo a EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMISSION (1973) para peixes de água doce a amônia é tóxica em concentrações entre 0,7 e 2,4 ppm; Ruffier et al. (1991), citado por AVAULT JR (1993) apresenta valores de 1,5 a 3,1 ppm para bagres de canal e 0,32 ppm para trutas coloridas.

Na Tabela 15, esse mesmo autor demonstra que, a amônia é tanto mais elevada quanto forem os respectivos valores de pH e temperatura da água dos viveiros.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - Média dos valores de pH, quantidade de amônia (NH₃) e O₂ na água dos viveiros.

| VIVEIROS * | pH ¹ | NH ₃ ² | O ₂ ³ |
|------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|
| 13 | 7,0 | 0,290 | 2,6 |
| 14 | 8,0 | 0,330 | 8,5 |
| 15 | 8,5 | 0,340 | 10,5 |
| 22 | 9,0 | 0,380 | 9,7 |
| 23 | 9,5 | 0,380 | 8,9 |
| 24 | 9,0 | 0,310 | 7,6 |
| 25 | 8,0 | 0,940 | 11,0 |
| 36 | 9,0 | 0,330 | 10,0 |

* Cada viveiro representou uma repetição dos tratamentos: T1 viveiros 13 e 14; T2 viveiros 15 e 22; T3 viveiros 23 e 24 ; T4 viveiros 35 e 36.

1 Feito com fitas, pois os aparelhos estavam com defeito no momento.

2 Feito no aparelho Fotocolorímetro 7000 TECNOW, valores expressos em mg/l.

3 Por titulação, pelo o método de WINKLER () valores expressos em mg/l.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Percentagem de amônia não-ionizada em soluções aquosas com diferentes valores de pH e temperatura.**

| Tabela 14 | | | | | | | | | |
|--|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Percentagem de Amônia não ionizada em soluções aquosas em diferentes valores de pH e temperatura | | | | | | | | | |
| pH | Temperatura °C | | | | | | | | |
| | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 |
| 7.0 | 0.30 | 0.34 | 0.40 | 0.46 | 0.52 | 0.60 | 0.70 | 0.81 | 0.95 |
| 7.2 | 0.47 | 0.54 | 0.63 | 0.72 | 0.82 | 0.95 | 1.10 | 1.27 | 1.50 |
| 7.4 | 0.74 | 0.86 | 0.99 | 1.14 | 1.30 | 1.50 | 1.73 | 2.00 | 2.36 |
| 7.6 | 1.17 | 1.35 | 1.56 | 1.79 | 2.05 | 2.35 | 2.72 | 3.13 | 3.69 |
| 7.8 | 1.84 | 2.12 | 2.45 | 2.80 | 3.21 | 3.68 | 4.24 | 4.88 | 5.72 |
| 8.0 | 2.88 | 3.32 | 3.83 | 4.37 | 4.99 | 5.71 | 6.55 | 7.52 | 8.77 |
| 8.2 | 4.49 | 5.46 | 5.94 | 6.76 | 7.68 | 8.75 | 10.00 | 11.41 | 13.22 |
| 8.4 | 6.93 | 7.94 | 9.09 | 10.30 | 11.65 | 13.20 | 14.98 | 16.96 | 19.46 |
| 8.6 | 10.56 | 12.03 | 13.68 | 15.40 | 17.28 | 19.42 | 21.83 | 24.45 | 27.68 |
| 8.8 | 15.76 | 17.82 | 20.08 | 22.38 | 24.88 | 27.64 | 30.68 | 33.90 | 37.76 |
| 9.0 | 22.87 | 25.57 | 28.47 | 31.37 | 34.42 | 37.71 | 41.23 | 44.84 | 49.02 |
| 9.2 | 31.97 | 35.25 | 38.69 | 42.01 | 45.41 | 48.96 | 52.65 | 56.30 | 60.38 |
| 9.4 | 42.68 | 46.32 | 50.00 | 53.45 | 56.86 | 60.33 | 63.79 | 67.12 | 70.72 |
| 9.6 | 54.14 | 57.77 | 61.31 | 64.54 | 67.63 | 70.67 | 73.63 | 76.39 | 79.29 |
| 9.8 | 65.17 | 68.43 | 71.53 | 74.25 | 76.81 | 79.25 | 81.57 | 83.68 | 85.85 |
| 10.0 | 74.78 | 77.46 | 79.92 | 82.05 | 84.00 | 85.82 | 87.52 | 89.05 | 90.58 |
| 10.2 | 82.45 | 84.48 | 86.32 | 87.87 | 89.27 | 90.56 | 91.75 | 92.80 | 93.84 |

Fonte: BOYD, 1990

5.6.4. Análise do consumo de ração

No Quadro 4, encontra-se as médias do consumo alimentar por tratamento e verificou-se que o T₃ obteve maior média, sendo seguido por T₂; o T₄, mesmo com consumo diminuído apresentou média superior a do T₁ (ração convencional para piscicultura). Graficamente, observou-se ligeiro acréscimo no consumo de ração à medida que se aumentava o percentual de silagem biológica (Figura 8). Na análise de variância apresentada no Quadro 5, não constatou-se diferenças significativas no consumo de ração em relação as diversas dietas utilizadas. O consumo de ração pelos peixes em todos os tratamentos foi sempre crescente, com exceção do T₄, onde o consumo diminuiu.

FREITAS (1993), trabalhando com híbridos de tilápia, observou os seguintes consumos de ração em 181 dias de experimentação: T₀, consumo acumulado de 2,939 kg; T₁, o consumo foi de 2,301 kg; em T₂, 2,499 kg; em T₃, 2,757 kg e T₄, o consumo de 2,932 kg. Esses resultados foram considerados satisfatórios, quando comparados com os de outros autores, inclusive sob o ponto de vista econômico.

No final do experimento foram registrados índices de conversão alimentar da ordem de 3,47, 2,54, 2,80, e 2,23 : 1, para T₁, T₂, T₃ e T₄ respectivamente. Isso nos leva a crer que quanto maior o nível de inclusão de silagem biológica, menor seria a taxa de conversão alimentar, segundo a curva de regressão apresentada na Tabela 17.

Baseando-se nos valores apresentados na Tabela 17, observou-se que o tratamento T₄, com 30% de inclusão de S. B. obteve o maior índice de conversão alimentar (2,23:1), em relação aos demais tratamentos. Comparando - se estes resultados com os obtidos por FREITAS (1993) e também por outros autores citados pelo primeiro, verifica-se ser este superior aos demais, e que o tratamento T₁ (ração convencional para piscicultura), apresentou menor taxa de conversão alimentar em relação aos demais tratamentos (T₂, T₃ e T₄) Isso demonstra a boa qualidade das dietas utilizadas neste estudo.

Quadro Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Consumo alimentar médio por tratamento**

| Tratamentos | Médias (g) |
|-------------|--------------|
| 1 | 528,61 |
| 2 | 555,18 |
| 3 | 590,31 |
| 4 | 537,17 |

Análise do consumo de alimentação em função do acréscimo de silagem biológica

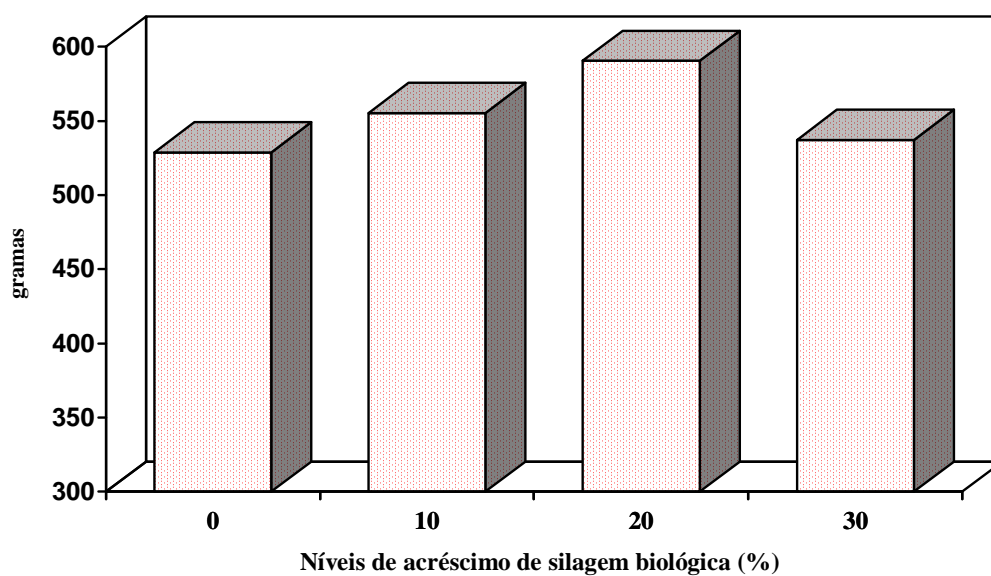


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - Análise do consumo de ração em função do acréscimo do silagem biológica.

5.6.5. Conversão Alimentar

A Tabela 16 e a Figura 9 mostram os resultados obtidos para a conversão alimentar, cuja a análise de variância também está no Quadro 5. Comparando-se estes resultados, é possível verificar que houve diferença na conversão alimentar em relação às diversas dietas utilizadas. Houve um ligeiro acréscimo na conversão alimentar à medida que se aumentou o percentual de silagem biológica nas dietas.

No final do experimento foram registrados índices de 3,47, 2,54, 2,80, e 2,23 : 1, para T₁, T₂, T₃ e T₄ respectivamente. Isso nos leva a crer que quanto maior o nível de inclusão de silagem biológica, maior seria a taxa de conversão alimentar, segundo a curva de regressão apresentada na Tabela 17.

Baseando-se nos valores apresentados na Tabela 17, observou-se que o tratamento T₄, com 30 % de inclusão de S. B. apresentou o melhor índice de conversão alimentar (2,23:1), em relação aos demais tratamentos. Comparando - se estes resultados com os obtidos por FREITAS (1993) e também por outros autores citados pelo primeiro, verifica-se ser este superior aos demais, e que o tratamento T₁ (ração convencional para piscicultura), apresentou menor taxa de conversão alimentar em relação aos demais tratamentos. Isto demonstra a boa qualidade das dietas utilizadas neste estudo.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Conversão alimentar média por tratamento**

| Tratamentos | Médias (observadas) | Médias (estimadas) |
|-------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 3,48 | 3,31 |
| 2 | 2,57 | 2,95 |
| 3 | 2,84 | 2,61 |
| 4 | 2,23 | 2,26 |

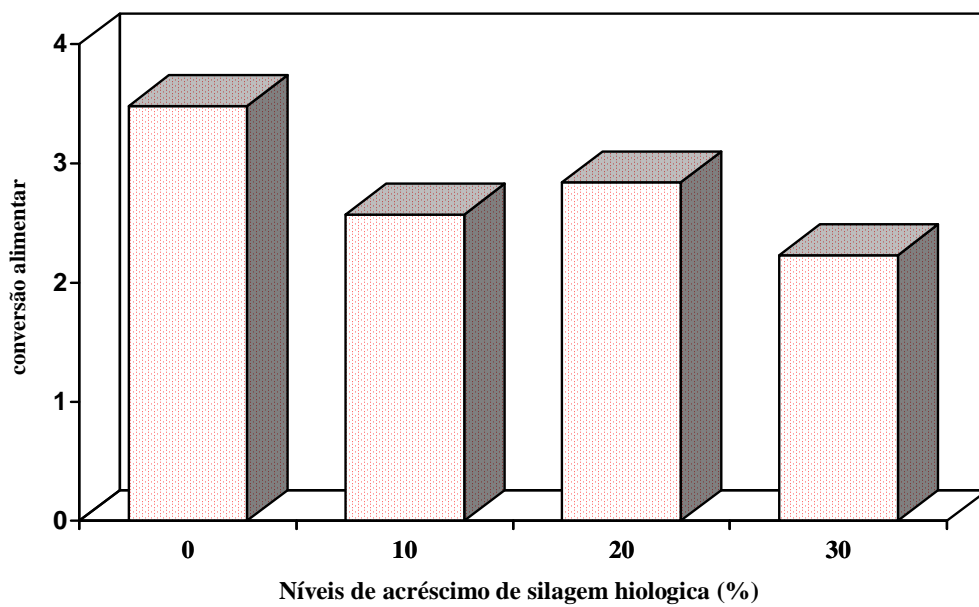


Figura Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Análise da conversão alimentar em função do acréscimo de silagem biológica.**

6. CONCLUSÕES

A tecnologia empregada na elaboração da silagem biológica de resíduos de pescado, mostrou-se adequada para obtenção de um produto próprio para ser utilizado como base protéica na preparação de rações de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), podendo-se ainda concluir que:

- a. O fermento biológico a base de vegetais pode ser obtido em qualquer região com baixo custo, substituindo ácidos orgânicos ou minerais, para promover a hidrólise das proteínas;
- b. A silagem biológica de resíduos de pescado, que pode ser utilizado como base protéica alternativa de alto valor biológico e de custo baixo, pode ser obtido artesanalmente e não necessita de mão-de-obra especializada e equipamentos sofisticados;
- c. A exposição da silagem ao sol por 20 horas descontínuas, promove a redução do teor de água e elevação conseqüente, no teor de nutrientes;
- d. A avaliação biológica da ração a base de silagem biológica de resíduos de pescado com alevinos de tilápia comprovou através do índice de conversão alimentar aparente e melhor eficiência protéica, ser uma boa alternativa do ponto de vista nutricional e econômico

1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M. R.; COOKE, R. D.; TWIDDY, D. R. 1987. **Fermentation parameters involved in the production of lactic acid preserved fish-glucose substrates.** Int. J. Fd. Sci. Technol. (22): 105-114.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (A.R.C.). **The nutrient requirements of pigs.** Farnham Royal, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. p. 307-310.
- ALLEN, C.E.; FOEGEDING, E.A. **Some lipids characteristics and interactions in muscle foods: a review.** Food Technol. v. 35, n.5, p. 253-7, 1981.
- ARECHE, N. T.; BERENZ, Z. V.; LEON, G. ° 1989. **Desarrollo de ensilado de residuo de pescado utilizando bacterias lacticas del yougur.** In: *Consulta del expertos sobre tecnologia de productos pesqueros en America Latina.2.* Montevideo Roma, FAO. 14p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 12. ed. Washington, 1975.620p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 13. ed. Washington, 1980.650p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 14. ed. Arlington, 1984. 1141p.
- AVAILT JR, James W. **Water Menagement In Ponds, Same Basics Revieweb: Ammonia and Nitritr.** In Aquaculture Magazine, May/June, 1993. P. 76 - 80.

- AVDALOV, N.; BARLOCOO, N.; BAUZA, R.; BERTULLO, E.; CORENGIA, C.; GIACOMETI, L.; PANUCIO, A . 1989. **Evaluación del ensilaje biológico del pescado en la alimentación de cerdos en engorde.** In: *Consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina.2.* Montevideo. Roma, FAO. 20p.
- BACKHOFF, H.P. **Some chemical changes in fish silage.** J. Food Technol., v. 11, p. 353-63, 1976.
- BAYLEY, B.E.; CARTER, N.M.; SWAIN, L.A. **Marine oils with special reference to those of Canada.** J. Fish. Res. Bd. Can. v. 89, p. 1-10, 1952.
- BATTERHAM, E.S.; GORMAN, T.B.S. **Fish silage for growing pigs** In: FARRELL, D.J. ed. *Recent advances in animal nutrition.* Armidale, University of New England, 1980, p. III-5.
- BECKMAN INSTRUMENTS. **Spinco Division. Amino acid analyzer instruction manual.** Palo Alto, 1977. 250p.
- BELLO, R. A .; GUTIÉRREZ, M.; OTTATI, M.; MARTÍNEZ, A . 1989. **Estudios sobre la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana en Venezuela.** In: *Consulta de expertos sobre tecnología de productos en América Latina.2.* Montevideo. Roma, FAO. 22p.
- 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. 149-74, 1983.
- BERTULLO, E. 1989. **Desarrollo del ensilado de pescado en América Latina.** In: *Consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina.2.* Montevideo ..Roma, FAO. 101p.
- BERTULO, E. **Ensilado de pescado en la pesquería artesanal.** In: FAO. *Consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina. 2.* Montevideo. Roma, FAO. 49p. 1989.

- BOYD, D. E. **Water Quality in Ponds for Aquaculture Alabama Agricultural Experiment Station**, Auburn University, 1990. 482 pp.
- CASTAGNOLLI, Newton. **Fundamentos de nutrição de peixes**. Piracicaba, São Paulo: Livroceres Ltda.,1979. Cap. I, p. 13-19: Hábitos alimentares dos peixes, e cap. V, p. 49-55:Lipídeos e carboidratos na alimentação de peixes.
- CHACON, J. O .; SILVA, J. W.B.; NOBRE, M. I. da S. **Resultados preliminares de cultivo da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L.**, 1766. Bol. Téc. DNOCS, Fortaleza-CE, nº 44(1/2), p.69-80, jan/dez. 1986 .
- CHANEY, S.G. **Principles of nutrition. II: Micronutrients**. In: DELVIN, T. ed, Textbook of biochemistry with clinical correlations. New York, Hobart, 1986. p. 964-78.
- CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Aminoacids peptides and proteins**. In: FENNEMA, O.R. ed. Food Chemistry, 2.ed., New York, Mancel Dekker, 1986. 245p.
- CIFUENTES, A .; DONDERO, M. C.; CABELLO, J. H. P.; CARTER, C. G. B.; QUIROZ, P.C. 1989. **Estudios preliminares de aplicación de hidrolizados acidos para la formulacion de pulpa de Jurel, *Trachurus murphyi*, de humedad intermedia**. In: *Consulta de expertos sobre tecnologia de productos pesqueros en America Latina. 2*. Montevideo. Roma, FAO,28p.
- CONNELL, J.L.; HOWGATE, P.F. **The amino acid composition of some British food fishes**. *J. Sci. Food Agric.* v. 10, p. 241-248, 1959.
- DE ANGELIS, R.C. **Fisiologia da nutrição**. 2. ed. São Paulo, EDART, 1979. 209p.
- 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. 129-35, 1978.
- DISNEY, J.G.; JAMES, D. **Fish silage production and its use**. Rome, FAO, 1980. 105p. (FAO Fish Rep. No. 230).

- DISNEY, J.G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J.; CLUCAS, I.J.; BARRANCO, A.; FRANCIS, B.J. **Development of a fish silage/carbohydrate animal feed for use in the tropics.** Tropical Sci. v. 20, n, 2, p. 129-44, 1979.
- DUPONT, A. **Amino acid content of Indonesian fresh water fish.** Biochem. Z. v. 330, p. 174-6, 1958.
- EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMITTEE (1973). **Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. Report on Ammonia and Inland Fisheries Water Research.** 7: 1, 011 - 1, 022.
- FAO. 1985. **Relatório de Tecnologia e Controle de Qualidade DE Produtos de Pesca.** Praia, Rep. De Cabo Verde, 27/11 a 11/12 de 1984. Roma. 24p.
- FAO. **Relatório de tecnologia e controle de qualidade de produtos de pesca.** Praia, Rep. de Cabo Verde, 27/11 a 11/12 de 1984. Roma 24 p.1989.
- FREEMAN, H.C. ; HOOGLAND, P.L. **Processing of cod and haddock viscera. I. Laboratory experiments.** J. Fish. Res. Bd. Can. v. 13, n. 6. p. 869-877, 1956.
- FREITAS, José W. C. **Desempenho de híbridos de tilápias (*Oreochomis hornorum* Trew x *O. niloticus* L., 1766), alimentados com rações contendo farinha de resíduos da filetagem de tilápias/** José Wilson Calíope de Freitas - Fortaleza, Ceará: [s.n.], 1993
- 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.
- GILDBERG, A.; RAA, J. **Solubility and enzymatic solubilization of muscle and skin of capelin (*Mallotus villosus*) at different pH and temperature.** Comp. Biochem. Physiol. v. 63B, p. 309-11, 1979.
- GREEN, S. **The use of fish silage in pig nutrition.** Nottingham, 1984. 230p. Thesis (Ph.D.) UNiversity of Nottingham.
- 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.

- HAARD, N.F.; KARIEL, N.; HERZBERG, G.; FELTHAM, L.A.W.; WINTER, K.,
Stabilisation of protein and oil in fish silage for use as a ruminant feed supplement. *J. Sci. Food Agric.* v. 36, p. 229-41, 1985.
- HALL, G.M. **Silage from tropical fish.** Norttingham, 1985. 278p. Thesis (Ph.D.) - University of Norttingham.
- HASSAN, T. E . & HEATH, J. L. 1986. **Biological fermentation os fish waste for potencial use in animal and poultry.** *Agricultural Waste*, 15: 1-15.
- HERCULES, J. V. W. & HEYDENRYCH, C. M. S. 1985. **The production of naturally fermented fiish silage using various Lactobacilli and different carbohydrate sources.** *J. Sci. Food. Agric.* 36: 1093-1103.
- HURLEY, L.S.; COSENS, G.; THERIAULT, L.L. **Teratogenic effect sof magnesium deficiency in rats.** *J. Nutrit.* v. 106, p. 1254-60, 1976.
- ISLABÃO, Narciso. **Manual de Cálculos de Rações.**, 1^a. edição. São Paulo: Ed. Pelotense. 1978, 328p.
- ITOH, H.; KISHI, T.; CHIBATA, I. **Comparative effects of casein and amino acid mixturement simulating casein on growth and food intake in rats.** *J. Nutr.* v. 103, p 1709-15, 1973.
- JACKSON, A.J.; KERR, A.K.; COWEY, C.B. **Fish silage as a dietary ingrediente for salmon. I. Nutritional and storage storage characteristics.** *Aquaculture.* v. 38, p. 211-20, 1984.
- JAYAWARDENA, K.M.; GUNERAIN, Q.; VILLADSEN, A.; POULTER, R.G. **Studies on the preparation of fish silage. III. Dried silage products.** *Bull. Fish. Res. Stn. Sri Lanka.* v. 30, p. 33-6, 1980.
- JOHNSEN, F. **Fish viscera silage as a feed for ruminants.** Norway, 1981. Thesis (Ph.D). Agriculture UNiversity of Norway,
- JOHNSEN, F.; SKREDE, A. **Evaluation of fish viscera silage as a feed resource.** *Acta. Agric. Scand.* v. 31, p. 21-8, 1981

- JONES, N.R. **The free amino acid of fish. II. Fresh skeletal muscle from lemon sole (*Pleuronectes microcephalus*).** J. Sci. Food Agric. v. 10, p. 282-8, 1959.
- LUPÍN, H. M. 1983. **Seminario sobre manipuleo, procesamiento, mercadeo y distribución de los productos de la pesca continental en America latina: ensilado biológico 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., 12p.
- KHALIL, M.E.; MOUSTAFA, E.K.; OSMAN, H.O.A. **Composition and nutritional value of (*Tilapia nilotica*) muscle proteins.** Food Chem. v. 5, p. 175-84, 1980.
- 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)
- KOMPIANG, I.P.; ARIFUDIN, R.; RAA, J. **Nutritional value of ensilaged by-catch fish from Indonesian skrimp trawlers.** In: CONNELL, J.J. ed. **Advances in fish Science and technology** Farnham, Fishing News Books, 1981. p. 52-9.
- LAJOLO, F. M.; ZUCAS, S.M.; DOMINGUES, J.B. **Estudo bromatológico de concentrados protéicos obtidos a partir da (*Sardinella aurita* e da *Tilapia melanopleura*) I. Ensaio das proteínas.** Arch. Latinoam. Nutrit. v.25, p. 67-78, 1975.
- LESSI, E.; XIMENES CARNEIRO, A.R.; LUPIN, H.M. **Obtencion de ensilado biológico de pescado.** In: HARDY, D.E. ed. **Consulta de expertos sobre tecnologia de productos pesqueros en America Latina, 2.** Montevideo. Roma, FAO, 1989. 8pp.
- LINDGREN, S.; PLEJE, M. **Silage fermentation on fish waste products with lactic acid bacteria.** J. Sci. Food Agric.v. 34, p. 1057-67, 1983.
- LOVSHIN, L.L.; SILVA, A.B.; FERNANDES, J.A. **The intensive culture of the all mall hybrid of "*Tilapia hornorum* (male) x *Tilapia nilotica* (female) in northeast Brazil.** s.l. p. F.A.O. 1974. (CARPAS/6/74 SE (22).

- MACKIE, I.M.; HADY, R.; HOBBS, G. **Fermented fish products**. Rome, FAO, 1971. 54p. (FAO. Fish Rep., 100).
- MAIA, E.L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; AMAYA-FARFAN, J. **Proximate, fatty acid and amino acid composition of the Brazilian freshwater fish (*Prochilodus scrofa*)**. Food Chem. v. 12, p. 275-86, 1983.
- MANDELLI, M.Q. **A preservação ácida no aproveitamento econômico do pescado e dos resíduos de sua industrialização**. Equipesca J. v. 44, p. 47-52, 1972.
- MARCH, B.E.; BIELY, J.; TARR, H.L.A. **Nutrient composition and evolution of British Columbia whole herring meal**. J. Fish. Res. Bd. Can. v. 20, p. 229-33, 1963
- McALESSE, D.; FORBES, R.M. **The requeriment and tissue distribution of magnesium in the rat as inflenced by enviromental temperature and dietary calcium**. The J. Nutrit. v. 73, p. 94-106, 1961.
- MEDINA, S.; BLANCO, M.; NIND, A.; LARRU, F.; LOBILLO, E. **Determination espectrofotometrica de hierro, manganes, cobre, molibdeno, cobalto y fosforo total en la hueva de la merluza (*Merluccius merluccius*, L.)** Anales bromatol. v. 8, n. 2, p. 313-5, 1956.
- MEINKE, W.M.; MATTIL, K.F. **Autolysis as a factor in the production of protein isolates from whole fish**. J. Food Sci. v. 38, p. 864-7, 1973.
- NEILENDS, J.B.; SIRNY, R.J.; SOHLJELL, I.; STROM, F.M.; ELVEHJEM, C.A. **The nutritive value of canned foods, II. Amino acid content of fish and meat products**. J. Nutr. v. 39, p. 187-94, 1949.
- OETTERER DE ANDRADE, M. **Produção de silagem a partir da biomassa de pescado: levantamento bibliográfico sobre os diferentes tipos de silagem que podem ser obtidos com pescado; silagem química, enzimática e microbiana**. Piracicaba, Depto. Ciênc. Tecnol. Agroind. da ESALQ/USP, 1992.25p.

OETTERER DE ANDRADE, M. **Pescado Fermentado**. In: AQUARONE , E. ; LIMA DE ALMEIDA, U.; BORZANI, w. Cood. Alimentos e Bebidas por fermentação. São Paulo. Edgard Blucher, 1983. P. 177 - 202.

_____ **O processo de fermentação do pescado (Anchovamento):** Curso de especialização em tecnologia de produtos pesqueiros, Fortaleza - UFC / LABOMAR / Depto.Eng. de Pesca, 1991. 35p.

OTTATI, M. G. & BELLO, R. A .. 1989. **Ensilado microbiano de pescado en la alimentación porcina II Evaluación de la canal e caracterizacion de la carne**. In: Consulta de expertos sobre tecnologia de productos pesqueros en Americ Latina **2**. Montevideo. Roma, FAO,14p..

PAIVA, C. M.; FREITA, J. V. F. ; TAVARES, J. R. Pontes; MAGNUSSON, Harris. **Rações para a piscicultura intensiva no Nordeste do Brasil**. Bol. Técnico do DNOCS. Fortaleza-CE, nº 29(2), Jul/dez. 1971.

PETERSEN, H. **Acid preserved of fish and fish offal**. FAO Fish. Bull. v. 6, n. 1, p. 18-22, 1953.

POTTER, N.N. **Fish viscera silage**. Food Sci. 2 ed. New York, AVI. 1973. 706p.

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.

PROTAS, J. F. **Custo médio de produção de suínos para abate**, Concórdia, EMBRAPA-CNPSA, 1984, 9p. (Comunicado Técnico,82).

RAA, J.; GILDBERG, A. **Autolysis and proteolytic activity of cod viscera**. J. Food Technol. v. 11, p. 619-28, 1976.

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

- SALES, R. de O . **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochomis niloticus*, LINNAUS) em dietas experimentais com ratos** - Campinas São Paulo: [s.n.], 1995.
- SATHE, S.K.; DESHPANDER, S.S.; SALUNKHE, D.K. **Dry beans of Phaseolus. Part2. Chemical composition: carbohydrates, fiber, minerals, vitamins and lipids.** CRC Crit. Rev. Food Sci. and Nutr. v. 21, p. 41-93, 1984.
- SGARBIERI, V. C. **Alimentação e nutrição. fator de saúde e desenvolvimento.** p. 19 e 243. Ed. UNICAMP/ALMED, Campinas, São Paulo, 1987.
- 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.
- SMITH, K.J. **Soybean meal: production, composition and utilization.** Feedstuffs Jan. 17th, 22, 1977.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G., **Statistical methods.** 6 ed. Ames, Iowa State College Press, 1967. p 45-69.
- 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
- TRUSSEL, R. P. 1972 - **The present ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at diferents Ph levels and temperatures.** J. Fisheries Res. Bd. Canada, 29: 1505 - 1507.

VAN WYK, G.N.; FRANCK, F.; POTGIETER, B.J.; WESSELS, J.P.H.; ATKINSON, A. **Utilization of fish silage. A study of its intake by porkers.** *Agroanimalia*. v. **9**, p. 13, 1977.

VAN WYK, H.J.; HEYDENEYCH, C.M.S. **The production of naturally fermented fish silage using various lactobacilli and different carbohydrate sources.** *J. Sci. Food Agric.* v. 36, p. 1093-1103, 1985. .

VILLELA DE ANDRADE M. F. 1982 - **Obtenção de ensilado de resíduo de Sardinha, *Sardinella brasiliensis*(Steindachner, 1879) e seu emprego nas formulações de ração de mínimo custo para aves.** Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro. UFRJ.107p.

_____ ; LESSI, E; FRANQUEIRA DA SILVA, J. M. 1989 - **Obtencion de ensilado de resíduo de Sardinha, *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) e su empleo para aves.** In: Consulta de Expertos Sobre Tecnologia de Productos Pesqueros en America Latina 2. Montevideo. Roma, FAO. 19p.

WANG F.L.; WANG, R.; KHAIRALLAH, E.A.; SCHWARTZ, R. **A magnesium depletion during gestation and lactation in rats.** *J. Nutrit.* v. 101, p. 1201-10, 1971.

WEE, K.L. KERDCHUEN, N.; EDWARDS, P. **Use of wate grown tilapia silage as feed for (*Clairias batrachus*, L)** *J. Aquacult. Trop.* v. 1, p. 127-37, 1986.

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

XIMENES CARNEIRO, A.R.X. **Elaboração e uso de ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui, (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818).** Manaus, 1991. 81 p. Tese (Mestrado).

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - pH's do fermento biológico durante o período (horas) de incubação.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Hora | 24 | 48 | 72 | 96 | 120 | 144 | 168 | 192 | 216 | 240 | 284 | 308 | 332 | 356 |
|------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| pH | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 4,0 | 4,5 | 4,0 | 4,0 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 | 3,5 |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Quadro Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Quadro da análise de variância do comprimento**

| Fonte de variação | gl | SQ | MSQ | F | P |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 5,884 | 1,963 | 0,968 ns | 0,419 |
| Bloco | 1 | 2,613 | 2,613 | 1,286 ns | 0,264 |
| T x B | 3 | 12,628 | 4,209 | 2,071ns | 0,119 |
| Resíduo | 40 | 81,287 | 2,032 | | |

| | | | | | |
|--------------|----|---------|--|-------------|--|
| Total | 47 | 102,413 | | CV = 23,9 % | |
|--------------|----|---------|--|-------------|--|

Quadro Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Análise de variância do peso**

| Fonte de Variação | gl | SQ | MSQ | F | P |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 1439,991 | 479,997 | 13,300** | 0,000 |
| Linear | (1) | 123,6354 | 123,6354 | 31,113** | |
| Quadrático | (1) | 107,1019 | 107,1019 | 2,97ns | |
| Cúbico | (1) | 209,2534 | 209,2534 | 5,79* | |
| Bloco | 1 | 621,360 | 621,360 | 17,217** | 0,000 |
| T X B | 3 | 467,769 | 155,923 | 4,320* | 0,010 |
| Resíduo | 40 | 1443,585 | 36,090 | | |

| | | | |
|-------|----|----------|--------------|
| Total | 47 | 3972,705 | CV=17,5 % |
|-------|----|----------|--------------|

Quadro Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Quadro da Análise de Variância**

| Fonte de Variação | gl | SQ | MSQ | F | P |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 1,688 | 0,563 | 12,439* | 0,034 |
| Linear | (1) | 1,2139 | 1,2139 | 26,98* | |
| Quadrático | (1) | 0,0432 | 0,0432 | 0,96ns | |
| Cúbico | (1) | 0,4312 | 0,4312 | 9,58 | |
| Bloco | 1 | 0,080 | 0,080 | 1,768ns | 0,276 |
| Resíduo | 3 | 0,136 | 0,045 | | |
| Total | 7 | 1,904 | | CV=7,6% | |

QUADRO 5 Análise de variância do consumo de ração

| Fonte de variação | gl | SQ | MSQ | F | P |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|----------|----------|
| Tratamentos | 3 | 4485,077 | 1495,026 | 0,701ns | 0,611 |
| Bloco | 1 | 13352,231 | 13352,231 | 6,257ns | 0,088 |
| Resíduo | 3 | 6401,663 | 2133,888 | | |
| Total | 7 | 24238,971 | | CV= 8,3% | |

2.4. Disponibilidade de minerais na silagem de peixe

A biodisponibilidade de minerais na silagem de peixe para suplementação animal é um critério importante a ser considerado, quando se avalia a contribuição da silagem na dieta em relação ao animal.

Os minerais, geralmente, estão menos biodisponíveis nas fontes vegetais do que nas fontes animais. Fatores que afetam a utilização biológica dos minerais provenientes dos alimentos incluindo, a digestibilidade do alimento, as formas químicas do mineral, os níveis dietéticos de outros nutrientes, a presença de quelatos para os animais, o tamanho da partícula do alimento e as condições de processamento do alimento. Muitas operações no processamento de alimentos podem alterar, direta ou indiretamente, o nível ou a forma química de minerais ou a associação de minerais com outros componentes do alimento (SATHE et al., 1984).

O teor de cálcio e fósforo no processo de silagem é devido principalmente à porção óssea do pescado sendo que estes elementos estão na forma de fosfato-tricálcico e carbonato de cálcio, em teores relativamente altos. Além disso, durante o processamento das farinhas de grãos oleaginosos, os complexos de minerais de proteínas, fitatos, tendem a se formar, reduzindo a biodisponibilidade de cálcio, zinco, cobre, manganês, molibdênio e possivelmente, ferro (SMITH, 1977).

Como alimento animal, a silagem de tilápia é considerada boa fonte de vários minerais, incluindo, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, manganês, potássio, zinco e cobre et (TIBBETTS et al. 1981).

O cálcio é requerido por muitas enzimas, sendo também requerido para o funcionamento normal das membranas, e essencialmente na coagulação sanguínea para transmissão nervosa e contração muscular. Deficiências severas de cálcio resultam em retardo de crescimento, incremento na taxa de metabolismo basal, osteoporose, paralisia e hemorragia (CHANEY, 1986).

STONE & HARDY (1986), avaliaram o teor de cálcio de algumas espécies de peixes e concluíram que este é extremamente variável entre as espécies. A variação entre as espécies do teor de cálcio também foi detectada para o músculo de peixe, e entre as espécies. A variação no teor de cálcio na carne e vísceras do peixe foi também demonstrada por STONE & HARDY (1986). O peixe inteiro tem um teor muito mais alto de cálcio que a

carne ou as vísceras de peixe, porque a riqueza de cálcio é associada ao esqueleto e às escamas, os quais contêm, fosfato tricálcico e carbonato de cálcio (KOMPIANG et al. 1981).

KOMPIANG et al. (1980), confirmaram a importância das escamas como fonte de cálcio descobrindo que a sardinha continha 4,6% de cálcio no peixe inteiro, e somente 2,5% de cálcio, quando as escamas eram removidas.

Os teores de cálcio na silagem de peixe feita de várias fontes de sub-produtos de pesca aparecem na Tabela 2. Foi recomendado que a concentração de cálcio em dietas para suínos em crescimento (20 -55 kg peso vivo) seja de 0,91% de matéria seca na dieta (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL, 1981)

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido.- **Conteúdo de cálcio na silagem de peixe feita de vários recursos de resíduos de peixe**

| Silagem de peixe | Cálcio (%) | Referência |
|---|-------------------|------------------------|
| Savelha (<i>Brevotia tyrannus</i>) | 7,0 | STONE & HARDY (1986) |
| Linguado(<i>Hippoglossoides dubius</i>) | 5,0 | TIBBETTS et al. (1981) |
| Bacalhau (<i>Gadus morhua</i>) | 3,8 | SMITH (1977) |
| Arenque (<i>Clupea harengus</i>) | 2,1 | SMITH (1977) |
| Resíduos de Sardinha (<i>Sardinella brasiliensis</i>) (Cabeça, caudas e vísceras) | 8,5 | KOMPIANG et al. (1980) |
| Atum (<i>Thunnus thynnus</i>) (Inteiro) | 0,7 | DISNEY et al. (1978) |

O fósforo é o constituinte dos ácidos nucléicos, proteínas, lipídios, carboídratos e compostos de alta energia, sendo o seu teor extremamente variável entre as espécies. STONE & HARDY (1986), citam quantidades de fósforo no pescado fresco variando aproximadamente entre 1,1 a 2,5% na carne de cavala e 0,8 - 1,4% na carne de linguado fresco. Essas flutuações estão associadas com numerosos fatores incluindo idade e sexo do peixe, como também o teor de cálcio na água SMITH (1977). O mesmo autor, relata que as vísceras do pescado contém entre 0,17 e 0,32% de fósforo na matéria seca, sendo que no peixe inteiro contém mais fósforo que a carne ou as vísceras, em razão da presença de ossos, ricos nesse elemento (Tabela 3).

A "AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL" (1981), recomenda que o nível apropriado de fósforo nas dietas para suínos em crescimento entre (20 a 50 kg de peso vivo) ou seja 0,69% de matéria seca na dieta.

Tabela Erro! Argumento de opção desconhecido. - **Conteúdo de fósforo em silagens elaboradas com vários resíduos de peixe.**

| Silagem de peixe | Fósforo (P₂ O₅) | Referência |
|--|--|------------------------|
| Savelha (<i>Brevotia tyrannus</i>) | 1.1 | STONE & HARDY (1986) |
| Linguado (<i>Hippoglossoides dubius</i>) | 1.5 | TIBBETTS et al. (1981) |
| Bacalhau (<i>Gadus morhua</i>) | 1.9 | SMITH (1977) |
| Arenque (<i>Clupea harengus</i>) | 1.6 | SMITH (1977) |
| Sardinha(<i>Sardinella brasiliensis</i>) (cabeça, cauda e vísceras) | 2,0 | KOMPIANG et al. (1980) |
| Atum (<i>Thunnus thynnus</i>) (Inteiro) | 0,5 | DISNEY et al. (1978) |

O magnésio ativa a fosfatase alcalina e outras enzimas, incluindo as que utilizam ATP ou catalisam a transferência de fosfato, sendo também um ativador do sistema que usa pirofosfato de tiamina como coenzima. Todas as funções do ATP, como transporte através de membranas, ativação de aminoácidos, síntese de proteínas, ácidos nucléicos, gorduras, coenzimas, geração e transmissão dos impulsos nervosos, contração muscular e fosforilação oxidativa, são dependentes do magnésio. A síntese do DNA necessita de magnésio (DE ANGELIS, 1979), sendo que a concentração recomendada na dieta de suínos é de 100 mg/kg para crescimento normal e de 400 mg/kg para a manutenção das concentrações sanguíneas normais (McALESSE & FORBES, 1961).

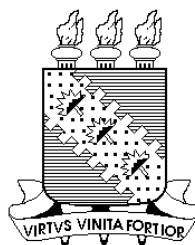
Deficiências de magnésio resultam em morte embrionária e malformação, redução da ingesta durante a gravidez e baixa lactação, afetando severamente tanto a mãe quanto os filhotes, tendo também o ganho de peso reduzido e a sobrevivência diminuída (WANG et al. 1971; HURLEY et al. 1976).

O ferro tem grande número de funções no organismo, como componente da hemoglobina e mioglobina e é requerido para o transporte de O₂ e CO₂. Também está presente em enzimas como oxidases, hidroxilases, desidrogenases e citocromos. Além da

sua participação na biossíntese da hemoglobina, tem outras funções como, por exemplo, a estimulação no desenvolvimento do sistema nervoso (CHANEY, 1986).

O manganês ativa a fosforilação oxidativa, sendo necessária para a formação dos mucopolissacarídeos, utilização da glicose, síntese e metabolismo dos lipídios, incluindo o colesterol e para o desenvolvimento normal do pâncreas, contração muscular, prevenção de defeitos ósseos e da esterilidade (DE ANGELIS, 1979) em algumas espécies o manganês acumula-se no fígado.

Existe pouca literatura disponível sobre o teor de outros minerais tanto na silagem, quanto no peixe inteiro ou resíduos. O teor da maioria dos minerais no peixe integral ou nas sobras de peixes (cabeça, cauda e vísceras), deverá ser maior do que da carne ou das vísceras por causa da alta concentração desses minerais nos ossos, muito embora alguns elementos também se concentrem, em parte, das vísceras, como por exemplo, as ovas do badejo (*Pollachins pollachins*) que são ricas em ferro e cobre (MEDINA et al. 1956) e zinco (KOMPIANG et al. 1980).



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DE AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM
BIOLÓGICA DE RESÍDUOS DE PESCADO NA ALIMENTAÇÃO
DE ALEVINOS DE TILÁPIA
Oreochromis niloticus

Joana Maria Leite de Souza

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales

Co-orientador: Prof. MS José Wilson Calíope de Freitas

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE. UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Fortaleza-Ceará, junho/1998.

KOMPIANG et al. (1979); LINDGREN & PLEJE (1983); ADAMS et al. (1987); ARECHE et al. (1989), todos utilizando resíduos de pescado com adição de microrganismos, obtiveram valores de pH e teores de acidez na faixa de aproximados aos encontrados neste trabalho.

Ximenes Carneiro (1991) citando BERTULLO (1989a) determinou por completo para uso, a silagem biológica de pescado após sete dias de incubação, embora, após o terceiro dia tenha-se observado uma certa estabilidade nas variações do pH e acidez, afirmando que a velocidade de hidrólise no processo de silagem, é influenciada pela temperatura e que a 30°C durante três dias, 50 % do nitrogênio total se solubiliza elevando-se esta porcentagem a 80 %, aos sete dias de incubação.

