



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

MARCELO FAUSTINO DA SILVA

**Elaboração e caracterização de silagem ácida de resíduos de
tambaqui (*Colossoma macropomum*)**

MANAUS/AM

2016

MARCELO FAUSTINO DA SILVA

**Elaboração e caracterização de silagem ácida de resíduos de
tambaqui (*Collossoma macropomum*)**

Dissertação apresentada ao programa de
Pós-Graduação em Ciência de Alimentos
da Universidade Federal do Amazonas –
UFAM como requisito para obtenção do
Título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Antônio José Inhamuns

MANAUS/AM

2016

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S586e Silva, Marcelo Faustino da
Elaboração e caracterização de silagem ácida de resíduos de
tambaqui (*Colossoma macropomum*) / Marcelo Faustino da Silva.
2015
62 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Antônio José Inhamuns
Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. Peixe amazônico. 2. Produto de descarte. 3. Análise físico-
química. 4. Aminoácidos. 5. Minerais. I. Inhamuns, Antônio José II.
Universidade Federal do Amazonas III. Título

Dedicatória

A minha família, pelo apoio incondicional,
Que nos momentos difíceis me reergueram e apontaram o caminho a ser seguido.
Sem DEUS e minha família nada disto seria possível.

Epígrafe

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.” (Theodore Roosevelt)

Agradecimentos

Ao meu orientador Dr. Antônio José Inhamuns, pelo apoio e oportunidade da execução do trabalho.

À todos os colegas do curso de Engenharia de Pesca pelo acolhimento, em especial: Doutorando Antônio Fábio Lopes pelo apoio e a discente de Engenharia de Pesca Ivana Maciel pelos finais de semana juntos para que chegássemos ao término deste trabalho e pela participação como bolsista PIBIC;

À Profa. Dr^a. Cláudia Cândida Silva, pela paciência, dedicação e realização das análises de minerais;

À Profa. Dr^a. Ligia Uribe Gonçalves, pelo apoio nas análises de digestibilidade “*invivo*”;

À Socorro Barreto, pelo auxílio nas análises microbiológicas realizadas no INPA;

À Maria Inez de Oliveira Pereira, pelo apoio nas análises bromatológica de óxido de cromo;

Aos funcionários, bolsistas e estagiários do INPA pelo acolhimento;

Aos professores do curso de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, que contribuíram para formação do conhecimento;

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, pelo espaço concedido para realização das análises microbiológica;

À Universidade Federal do Amazonas, pela oportunidade;

À FAPEAM pela concessão da bolsa de estudo;

Agradecimento especial aquela que em vida chamou-se Dr^a. Lucia Kiyoko Ozaki Yuyama, Minha orientadora de PIBIC, que abriu as portas da pesquisa e por ter dispensado preciosos ensinamentos e pelo exemplo a ser seguido. Foi uma imensa honra e orgulho tê-la conhecido. QUE DEUS A TENHA EM BOM LUGAR.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Participação do Brasil no cenário mundial	16
2.2 A silagem de pescado	18
2.3 Silagem Química.....	19
2.4 Silagem de pescado na elaboração de rações animais	21
2.4.1 Silagem na alimentação aves e suínos.....	21
2.4.2 Participação da silagem na alimentação de organismos aquáticos.....	23
2.5 Espécie estudada.....	25
2.5.1 Classificação sistemática da espécie estudada	25
2.6 Descrição bioecológica da espécie estudada	26
3 OBJETIVOS.....	27
3.1 Objetivo geral	27
3.2 Objetivos específicos	27
4 METODOLOGIA	27
4.1 Modelo de estudo	27
4.1.1 Matéria-prima.....	28
4.2.1 Metodologia de preparo da silagem.....	28
4.2.2 Procedimento de secagem da silagem	29
4.2.3 Análise sensorial de acompanhamento	30
4.2.4 Análises composição centesimal	31
4.2.5 Determinação da composição de aminoácidos	31
4.2.6 Análise de minerais.....	31
4.2.7 Análises físico-químicas	32
4.2.7.1 Determinação do pH.....	32
4.2.7.2 Determinação da acidez	32
4.2.8 Análise microbiológica.	32
4.2.8.1 Contagem de microrganismos mesófilos aeróbicos	32
4.2.8.2 Contagem de bolores e Leveduras.....	33
4.2.8.3 Procedimento do Número Mais Provável para coliformes totais e coliformes termotolerantes a 45 °C.....	33

4.2.8.3.1 Teste presuntivo para coliformes totais	33
4.2.8.3.2 Teste confirmativo para coliformes totais	33
4.2.8.3.3 Teste confirmativo para coliformes termotolerantes	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Considerações acerca da elaboração da silagem.....	34
5.2 Análise sensorial de acompanhamento	35
5.3 Análise pH no período de elaboração	36
5.6 Quantificações do perfil de minerais	43
5.7 Avaliação da qualidade físico-química durante o período de armazenamento.	45
5.7.1 Determinação do pH.....	45
5.7.2 Determinação da acidez titulável	46
5.8 Análise microbiológica das silagens ácidas de resíduos de tabaqui no período de estocagem.	47
6.CONCLUSÃO	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS.....	52

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Tambaqui *Colossoma macropomum* CUVIER 1818.26
- Figura 2.** Fluxograma das etapas seguidas para a elaboração de silagens ácidas de resíduos da filetagem de tambaqui (*Colossoma macropomum*).29
- Figura 3.** Processamento de secagem artificial da silagem de resíduo de tambaqui. A) Resíduos triturados; B) Resíduos triturados parcialmente secos; C) Peletização em moedor elétrico; D) Secagem dos pellets em estufa com circulação de ar.30
- Figura 4.** A) Resíduos triturados logo após adição dos ácidos; B) Silagem após 24 h; C) Silagem após 96 h.35
- Figura 5.** Variação do pH das silagens co-secas ao longo do período de armazenamento.....46
- Figura 6.** Variação do índice de acidez titulável das silagens co-secas ao longo do período de armazenamento.46

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Valor médio dos tratamentos de pH no período de elaboração silagens ácidas.....36
- Tabela 2** Composição centesimal e valor calórico do resíduo úmido e das silagens (base seca) com misturas de ácidos.....38
- Tabela 3** Médias dos aminoácidos das silagens ácidas de resíduos de tabaqui (g/100g de matéria seca).41
- Tabela 4** Composição Mineral (%) das Silagens Ácidas de resíduos tabaqui.43
- Tabela 5** Resultados das análises microbiológicas da silagem ácida de resíduos do beneficiamento de tabaqui (matéria-seca).48

RESUMO

O tambaqui apresenta-se como a segunda espécie mais cultivada no país aumentando assim a necessidade de novos estudos para o aproveitamento dos resíduos gerados pós processamento. A espécie apresenta características peculiares, peixe de escama com corpo romboidal, em sua fase adulta possui manchas escuras irregulares ventrais e caudais, com dorso em tonalidade esverdeada, mas pode variar para mais clara ou mais escura dependendo da cor da água. Outros atributos que devem ser citado é a rusticidade ao manuseio, tolerando atividades como biometrias e tolerância a ambientes com baixa disponibilidade de oxigênio. Além disso, é uma espécie que apresenta bons resultados quanto ao aproveitamento de proteínas de origem vegetal, mediante estas características, a espécie proporciona aos criados condições propícias para a sua criação em regime de confinamento. Diante disto, o presente trabalho teve o objetivo de contribuir para o aproveitamento destes resíduos, procedendo a elaboração e caracterização de silagens usando misturas ácidas Fórmico/cítrico (1:0,75) Propiônico/fórmico (3:1) e Cítrico/acético (1:6). As silagens (SATFC), (SATPF) e (SATCA), apresentaram os valores (base na matéria seca) de 8,20; 7,46 e 7,43 g/100g para umidade em matéria seca, 45,37; 45,26 e 44,76 g/100g para proteína bruta, 39,22; 40,30 e 39,99g/100g para lipídios, 1,57; 1,11 e 1,19% para cálcio, 0,56; 0,42 e 0,49% para fósforo respectivamente. Os valores mais expressivos encontrados nos aminoácidos foram 4,78; 4,87 e 4,78g/100g para ácido glutâmico e 3,10; 2,82 e 2,69 g/100g para ácido aspártico; e entre os aminoácidos essenciais (AAE) que apresentaram maiores concentrações estão a lisina (2,40; 2,62 e 2,58 g/100g) e a leucina (1,90; 2,07 e 1,98 g/100g) para SATFC, SATPF e SATCA, respectivamente. No período de armazenamento, os valores para pH variaram de 3,82 a 3,54; 4,38 a 4,12 e 4,57 a 4,32 para SATFC, SATPF e SATCA, respectivamente. Os valores dos índices de acidez variaram de 0,95 a 2,29; 1,28 a 2,19 e 1,48 a 2,43 para SATFC, SATPF e SATCA, respectivamente. As análises microbiológicas foram realizadas por um período de 180 dias, sendo encontrado coliformes ambientais no tempo 0 de 9,1 NMP.g⁻¹ e mesófilos nos tempos 0 e 30 dias de 2,3x10² e 1x10²UFC.g⁻¹, respectivamente, encontrados apenas no tratamento SATCA, os demais tratamentos não apresentaram proliferação em nenhum dos períodos analisados. A silagem ácida dos resíduos de tambaqui apresentou qualidade físico-química, microbiológica e nutricional para ser utilizada na alimentação animal.

Palavras-chave: Peixe amazônico. Produto de descarte. Análise físico-química. Aminoácidos. Minerais. Vida de prateleira.

ABSTRACT

The Tambaqui is presented as the second most cultivated species in the country thereby increasing the need for new studies to the recovery of waste generated after processing. The species has unique characteristics, scale fish with rhomboid body in his adulthood has ventral and caudal irregular dark spots, with back in greenish hue, but may vary for lighter or darker depending on the color of the water. Other attributes that should be mentioned is the hardness to handling, tolerating activities such as biometrics and tolerance environments low in oxygen. Moreover, it is a species that has good results regarding the use of plant proteins by you features, the species provides created conditions conducive to the establishment in confinement. Given this, the present study aimed to contribute to the use of this waste by doing the preparation and characterization of silages using acid mixtures Formic / citric (1: 0.75) propionic acid / formic (3: 1) and Citric / acetic acid (1: 6). Silages (SATFC) (SATPF) and (SATCA) showed values (based on dry matter) of 8.20; 7.46 and 7.43 g / 100 g for moisture in dry matter, 45.37; 45.26 and 44.76 g / 100 g for crude protein, 39.22; 40.30 and 39,99g / 100g for lipids, 1.57; 1.11 and 1.19% for calcium, 0.56; And 0.49 to 0.42% phosphorus respectively. The higher values found in the amino acids were 4.78; 4.87 and 4.78g / 100 g para glutamic acid and 3.10; 2.82 and 2.69 g / 100gpara aspartic acid; and among the essential amino acids (EAA) with highest concentrations are lysine (2.40, 2.62 and 2.58 g / 100 g) and leucine (1.90, 2.07 and 1.98 g / 100 g) for SATFC, and SATPF SATCA, respectively. In the storage period, the pH values ranged from 3.82 to 3.54; 4.38 to 4.12 and 4.57 to 4.32 for SATFC, and SATPF SATCA, respectively. The amounts of acid values ranged from 0.95 to 2.29; 1.28 to 2.19 and 1.48 to 2.43 for SATFC, SATPF and SATCA respectively. Microbiological analyzes were carried out for a period of 180 days, and found environmental coliforms at time 0 9.1 MPN.g-1 and mesophilic at 0 and 30 days of 2,3x10² and 1x10²UFC.g-1 respectively, found only SATCA treatment, other treatments showed no proliferation in any of the periods analyzed. Acid silage of tambaqui waste presented physicochemical quality, microbiological and nutritional for use in animal feed.

Key-words: Amazon fish. Waste product. Chemical and physical analysis. Amino acids. Minerals. Shelf life.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a expansão da capacidade de conversão dos recursos naturais em bens de consumo alteraram profundamente o meio ambiente (DIAS, 1999). Os corolários trazidos pelo crescimento desordenado dos grandes centros urbanos, associados à intensa exploração dos recursos da biosfera, são implacáveis. Diariamente, são lançadas no ambiente uma série de produtos e substâncias artificiais resultando em uma série de impactos ambientais (SORDI, 2010).

A atenção para questões ambientais foi pouco desenvolvida até que se percebesse o grande perigo que os seres humanos estavam correndo com o desenvolvimento dos problemas envolvendo o meio-ambiente (DIAS, 2011). O crescimento econômico mundial contribui diretamente para o agravamento dos problemas ambientais evidenciados em diversos setores da sociedade, tendo os países desenvolvidos e suas altas capacidades de consumo como principais atores no cenário econômico e ambiental internacional (MAY, 1994; DIAS, 2011). Desta forma, as indústrias alimentícias, sejam de origem animal ou vegetal vêm sofrendo uma tendência mundial que é a crescente pressão para se tornarem mais responsáveis com o meio ambiente, sendo assim obrigadas a viabilizarem formas diferentes de utilização destes resíduos (AGUIAR; GOULART, 2014).

O aproveitamento dos recursos hídricos já existentes tem proporcionado o desenvolvimento da piscicultura, com a criação de peixes em tanques-rede, tanque escavado ou açudes. Sendo uma opção de investimento de menor custo e maior rapidez de implantação, assinalado como um agronegócio capaz de melhorar as condições sociais, ambientais e econômicas de uma região. Entretanto, o consumo de peixes é um dos segmentos alimentícios de mais rápido crescimento do Brasil (BRASIL, 2012). A aquicultura é o sistema de produção de alimentos que mais cresce no mundo apresentando uma taxa de 9% ao ano, ultrapassando as demais proteínas de origem animal tais como aves, bovinos, suínos, etc., que apresentaram um crescimento de 2,4% ao ano (FAO, 2012).

A rápida expansão da piscicultura no Brasil está diretamente associada a sua rentabilidade, a qual é aprimorada ao adotar sistemas que utilizam rações

balanceadas e de boa qualidade, por permitirem o incremento da produtividade com menor transtorno ao meio ambiente. Conjuntamente vem motivando um interesse crescente por parte de pequenos e médios empresários em todo país por se tratar de um empreendimento que tem seu produto final com uma alta taxa de aceitação pelo mercado. Entre os peixes nativos brasileiros que estão tendo maior interesse na piscicultura se encontram: o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e seu híbrido tambacu (*Colossoma macropomum* + *Piaractus mesopotamicus*) (BRASIL, 2012).

Na Amazônia, embora os recursos pesqueiros sejam abundantes, a crescente procura por espécies de alto valor comercial tem por um lado proporcionado uma diminuição dos estoques pesqueiros naturais (BATISTA; PETRERE JR., 2003) e por outro, incentivado o crescimento da piscicultura (FREITAS, 2003).

No que concerne a discriminação da piscicultura por espécies, em 2011 a tilápia e o tambaqui foram as espécies mais cultivadas, as quais representaram quase 87% da produção aquícola brasileira. A estimativa da produção de tambaqui apresentou valores na ordem de 111 mil toneladas. Entretanto, merecem destaque para outras espécies do grupo popularmente conhecido como peixes redondos (tambacu e pacu), que ocuparam o terceiro e quinto lugares respectivamente no mesmo ano (MPA, 2013).

Portanto, na piscicultura, como em qualquer criação zootécnica, a alimentação representa alto percentual das despesas operacionais (em torno de 40 a 60%), sendo os componentes protéicos responsáveis pela maior parte dessa despesa (EL-SAYED, 1999; CHENG; HARDY; USRY, 2003). Durante anos a farinha de peixe vem sendo a mais utilizada fonte protéica de origem animal em dietas balanceadas para peixes. É considerada imprescindível para a obtenção do desenvolvimento adequado, em virtude do seu alto valor biológico, além de agir como palatilizante (FURUYA, 2000; VIDOTTI, 2001).

Estudos apresentados por New e Csavas (1995) já mostravam uma escassez progressiva da farinha de peixe no cenário mundial e conseqüente valorização relativa em seu preço. Em vista disso a produção de ração comercial de qualidade para a aquicultura sempre dependerá da disponibilidade de produtos adequados para substituição da farinha de peixe, levando-se em consideração o

ponto de vista nutricional e o custo. Diversos levantamentos vêm sendo realizados no sentido de detectar fontes protéicas alternativas, acessíveis nas regiões de criação, como substitutos parciais ou totais da farinha de peixe para possibilitar diminuição dos custos com alimentação (FURUYA, 2000; PORTZ, 2001; SHANKAR et al., 2010; VEIT et al., 2012).

Com o crescente avanço do número de indústrias beneficiadoras de pescado, o resíduo, gerado com esta atividade vem acarretando sério problema para os produtores e ao meio ambiente. Em muitos casos, a solução poderia ser alcançada com a implantação do processo de ensilagem, sendo a obtenção da silagem um processo simples e custo relativamente baixo, se comparado a produção de farinha de peixe, além de agregar valor ao produto, reduzindo os custos de produção (MORALES-ULLOA, 1994; VALÉRIO, 1994; VIDOTTI, 2001; ROCHA 2013).

Deste modo, o crescimento da produção de resíduos tem causado enormes agravos ambientais, porque a sua taxa de geração é bem maior que a taxa de degradação (FIORI et al., 2008). O termo resíduo refere-se às sobras e aos subprodutos dos processamentos dos alimentos que são de valor relativamente baixo, no caso do pescado podemos citar a cabeça, as nadadeiras, pele, escamas e vísceras (ARRUDA, et al., 2006).

Dependendo da espécie de peixe processada e do produto final obtido pelo frigorífico, estes resíduos podem representar algo entre 8 a 16% (no caso do pescado eviscerado) e 60 a 72% na produção de filés sem pele (KUBITZA, 2006). De acordo com Pimenta et al. (2008), a silagem de pescado é definida como produto líquido produzido a partir do pescado inteiro ou de parte dele, ao qual se adicionam ácidos, enzimas ou bactérias produtoras de ácido láctico, resultando na liquefação da massa.

Diversos autores enfatizam o grande potencial que a silagem apresenta, podendo ser utilizado na aquicultura pela sua similaridade com a matéria-prima que lhe deu origem, fornecendo nutrientes de qualidade em especial as proteínas, outras características que devem ser mencionadas são a alta digestibilidade e o custo mais baixo em relação a farinha de pescado. Além disso, a utilização deste material proporciona ao meio ambiente benefícios, pois o resíduo de pescado gerado e descartados de forma irregular resulta em material poluente de difícil assimilação.

(FAGBENRO, 1994; FAGBENRO; JAUNCEY, 1995; GODDARD; AL-YAHYAI, 2001; VIDOTTI; CARNEIRO; VIEGAS, 2002).

A pesca na região Amazônica apresenta-se como uma das ocupações extrativistas mais tradicionais e relevantes quando observadas as condições socioeconômica, ecológica e cultural. É uma ocupação de natureza artesanal, praticada por habitantes da zona rural, para subsistência, e por profissionais da pesca, com baixo investimento e os proventos baseia-se em um modelo de parcerias, o que aumenta a dificuldade no monitoramento. Sendo, em ambos os casos uma atividade pesqueira multiespecífica utilizando vários instrumentos (GANDRA, 2010).

Pescarias artesanais na Amazônia exploram uma alta diversidade de espécies de médio e grande porte, com predominância de espécies migradoras como o tambaqui *Colossoma macropomum*, o jaraqui *Semaprochilodus* spp., a curimatã *Prochilodus nigricans*, a matrinxã *Brycon* sp., a piramutaba *Brachyplatystoma vailantii*, a dourada *B. flavicans*, o surubim *Pseudoplatystoma fasciatum* e a piraíba *B. filamentosum*. A média de consumo anual de pescado na Amazônia foi estimada em cerca de 270.000 toneladas (MERONA, 1993).

O pescado é classificado em duas categorias gerais: peixes lisos (peixes de pele) e peixes de escama. Ainda, os peixes de escama são categorizados em dois grupos distintos de acordo com a coloração: peixes brancos (por exemplo, pacu, aracu, matrinxã) e peixes pretos (por exemplo, cará, tucunaré, traíra, aruanã). Os peixes brancos são mais valorizados e destinados ao comércio local, enquanto os peixes pretos (como o tucunaré e o cará) e os peixes lisos, considerado menos perecíveis em relação aos peixes brancos, além de abastecer o mercado local, são comercializados em centros urbanos como Manaus (SILVANO et al.; 2008).

Cerca de 80 espécies de peixes são destinadas ao consumo, sendo tal diversidade um fator importante na variedade da dieta da população (SILVA; BEGOSSI, 2009). A aquicultura é uma atividade que está crescendo muito, conseqüentemente, contribui substancialmente à disponibilidade de pescado (como o tambaqui) na região. Os peixes redondos, grupo que reúne o tambaqui, tambacu e pacu, somaram 182,5 mil toneladas em 2011 (BRASIL, 2012).

Grande parte da produção e consumo do tambaqui e peixes redondos ocorre nas regiões Norte, Centro-Oeste e em alguns estados do Nordeste (em especial o

Maranhão, o Piauí e a Bahia). O maior centro de consumo de tambaqui, principal espécie nativa cultivada no Brasil, é a cidade de Manaus, que absorve anualmente ao redor de 30.000 toneladas de tambaquis produzidos na região (AM, RO, RR e AC). Parte da produção de peixes redondos é escoada através de atacadistas e supermercados das principais cidades do Nordeste e Sudeste, mercados com grande potencial de aumento no consumo, em especial para produtos mais industrializados. Isso abre boas perspectivas para a expansão da aquicultura de peixes redondos nos próximos anos (BRASIL, 2012).

O peixe representa a principal fonte de proteína para consumo humano da região amazônica, particularmente das populações que habitam as margens dos rios e lagos. O consumo per capita de pescado das populações ribeirinhas é estimado entre 500 e 600 g/dia. Estudos indicam um consumo em Manaus de 33,7 kg/pessoa/ano (GANDRA, 2010).

O consumo de pescado no Brasil é bastante variado e com grande potencial a ser desenvolvido. No Rio de Janeiro alcança 16 kg/ano, nos estados como Minas Gerais, Piauí e Tocantins o consumo médio da população não chega a 5 Kg/hab./ano, enquanto a média brasileira está ao redor de 9 kg/hab./ano, bem diferente dos valores encontrados no Estado do Amazonas, conforme citado acima. Contudo, há uma tendência de aumento do consumo, principalmente, através de produtos beneficiados/industrializados, tais como filés e empanados (EMBRAPA, 2013).

Com o aumento na demanda do consumo de pescado e conseqüentemente o crescimento na geração de resíduos, cresce a cada dia a necessidade da inserção do aproveitamento de resíduo na cadeia produtiva de pescado, evitando assim desperdícios, reduzindo os custos de produção e atenuando os impactos ambientais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Participação do Brasil no cenário mundial

O Brasil possui a quinta maior extensão territorial do planeta ($8,5 \times 10^6 \text{ km}^2$) apresentando-se como a sexta maior economia no cenário mundial, sendo um

importante produtor e o maior exportador de açúcar, etanol, carne bovina, carne de frango, café, suco de laranja e tabaco; Ocupando a segunda posição entre os maiores produtores de soja do mundo (FRACALLOSSI; CYRINO, 2012).

O mercado de alimentos no mundo tem experimentado um crescimento como nunca visto na mudança dos padrões alimentares, apresentando-se mais uniforme e globalizado. Em 2013, as previsões do consumo de pescados aproximam-se de 20 kg por habitantes por ano, com produtividade avaliada em mais de 160 milhões de toneladas. Além disso, a procura por produtos à base de pescado provavelmente aumentará nas próximas décadas, seja por razões socioeconômicas, de saúde ou religiosas (FAO, 2013).

O pescado é a proteína mais procurada mundialmente e a que apresenta o maior valor de mercado (SIDONIO et al.; 2012). No Brasil, o consumo vem crescendo nos últimos anos, alcançando a média de 14,5 kg por habitante por ano (BRASIL, 2014), valor além do mínimo preconizado pela Organização Mundial de Saúde, que é de 12 kg por habitante por ano (FAO, 2012), com um crescimento próximo de 25% entre 2012 e 2013.

Estimulado pelo aumento contínuo da população e das necessidades por alimentos saudáveis e nutritivos. A aquicultura vem apresentando um crescimento mundial bem superior do que qualquer outro setor de atividade primária (BORGHETTI et al., 2003; MAIA JR, 2003) e no Brasil, este crescimento tem sido superior a média mundial (KUBITZA et al., 2012).

Sendo a aquicultura definida como produção de organismos aquáticos tais como peixe, crustáceos, algas e moluscos, de forma individual, em grupos ou corporações usando intervenções como alimentação artificial, medicamentos, controle reprodutivo e contenções, aumentando a produtividade (SAPKOTA et al., 2008). Sendo estas técnicas responsáveis pela geração de espécies de alto valor e as tradicionais (ASCHE; TVERAS, 2004). Poucos países no mundo apresentam potencial para aquicultura, o Brasil devido a sua constituição demográfica pela grande quantidade de águas marinhas e continentais, finda por participar deste seleto grupo (OSTRENSKY et al., 2008).

Entretanto, pesquisa publicada por Simões et al. (1998) afirmam que grande quantidade dessa produção, não vem sendo aproveitadas de forma correta, intensificando o volume de resíduos gerados. Segundo Kubitza (2006), esses

resíduos provenientes da piscicultura tais como (cabeça, pele, espinhas e vísceras), podem perfazer a 70% do peso inicial desses peixes, sendo considerada matéria-prima de baixa qualidade, que na maioria dos casos, são descartados durante o processamento, caracterizando-os como dejetos, resultando em prejuízos sanitários, econômicos e principalmente ecológicos. Estes dejetos, quando usado de forma apropriado, podem integrar um aporte de alto valor biológico na nutrição animal, bem como econômico significativo para as indústrias geradoras desses resíduos (CARVALHO et al., 2006).

2.2 A silagem de pescado

A ensilagem proveniente de resíduos de pescado é uma técnica antiga de preservação da matéria orgânica (SHIRAI et al., 2001). É definida por como um produto líquido elaborado a partir de peixes inteiros ou partes desses, aos quais são acrescentados ácidos, enzimas ou bactérias produtoras de ácido lático, onde a liquefação da massa é oriunda da ação de enzimas naturalmente presentes no pescado (TATTERSON; WINDSOR, 1974). O procedimento para preparação da silagem oriundo do resíduo de pescado foi modificada por Edin na década de 30, a partir da adaptação de um método patenteado por Virtanen, que visava à preservação de forragens por meio da adição dos ácidos inorgânicos: sulfúrico e clorídrico (RAA; GILBERG, 1976).

Surgiu nos países escandinavos, sendo a Suécia, o primeiro país a produzi-la, em 1936, em experimentos utilizando-se misturas de ácido sulfúrico, clorídrico, fórmico e outros ingredientes como melão (DISNEY; JAMES, 1980; OETTERER; BORGHESI, 2007). De acordo com Benites (2003), Gonçalves e Viegas (2007), o princípio da preservação dos resíduos do processamento de pescado utilizando-se a técnica de silagem, deve-se principalmente à redução do pH, através da adição de ácidos orgânicos e/ou minerais (silagem ácida), podendo também ser adicionado microrganismos produtores de ácido lático (silagem biológica) ou a associação dos dois métodos.

Além de impedir a ação microbiana indesejável e não atrair insetos, a diminuição do pH favorece a ação das enzimas naturalmente existentes no pescado

e/ou adicionadas (silagem enzimática) sendo as responsáveis pela hidrólise protéica (ZAHAR et al., 2002). Como vantagens da tecnologia de silagem destacam-se: a conservação das propriedades nutricionais em relação ao produto de origem, uma vez que o conteúdo protéico não sofre tratamento térmico; a produção é independente da escala, não requerendo altos custos para a sua fabricação; os odores produzidos são praticamente imperceptíveis e o produto ensilado não necessita de refrigeração para a sua conservação, mantendo-se estável por mais de um ano à temperatura ambiente. A necessidade de grandes espaços para o armazenamento do produto final semilíquido constitui a principal desvantagem da técnica (WINDSOR; BARLOW, 1984; BARRAL et al., 1989; RAA; GILDBERG, 1976; TATTERSON; WINDSOR, 1974).

Kompiang (1981) ressalta ainda as seguintes vantagens para a produção de silagem em relação à produção de farinha de pescado: tecnologia simples, independe do clima, pode ser produzida a bordo dos barcos, o processo é rápido em regiões de clima tropical e o produto pode ser utilizado no local. Entretanto, o autor cita algumas desvantagens: é um produto volumoso, de difícil transporte e armazenagem em alguns casos, devido ao alto teor de gordura dos peixes o produto final pode apresentar qualidade inferior.

2.3 Silagem Química

A silagem ácida (ou química) de pescado é o produto resultante da mistura de ácido aos subprodutos da pesca. O princípio fundamental para que ocorra a preservação do ensilado de pescado é que o ácido utilizado diminua o pH evitando a putrefação bacteriológica do pescado, enquanto as enzimas presentes se encarregam da liquefação (GILDBERG, 2004; SANTANA-DELGADO; AVILA; STELO, 2008).

Diversos ácidos inorgânicos e orgânicos podem ser utilizados para acidificação da silagem de pescado (SUCASAS 2011). Os inorgânicos, apesar de mais baratos, podem resultar em material com maior acidez, sendo recorrente sua neutralização, antes do fornecimento ao animal. Nas silagens ácidas, os reagentes de preservação utilizados podem ser: ácidos orgânicos, ácidos minerais ou mistura de ambos (BERAQUET; GALACHO, 1983).

Segundo Kompiang (1981) deve ser levada em consideração a ação bactericida do ácido utilizado. Tem sido proposta uma mistura de ácido fórmico – propiônico. No caso de se utilizar a proporção 1:1, fórmico e propiônico e adição 3% volume/peso à biomassa, obtendo-se uma silagem estável com aroma acidificado.

Em trabalho citado por Tatterson e Windsor (1974) desenvolvido com sardinhas do Mediterrâneo (*Sardina pilchardus*), indicou-se que a solução mais conveniente e de menor custo para a utilização de ácidos na conservação de material residual era a mistura de 6:1 ácido sulfúrico/ácido fórmico.

A ensilagem ácida é um processo seguro nos países tropicais, sendo produzida com muita facilidade. Podem ser utilizados quaisquer tipos de pescado ou de resíduos deles. A atividade das enzimas proteolíticas presentes no pescado, responsáveis pela autólise protéica e lipídica do material ensilado, é acelerada por meio da adição de ácidos fracos ou fortes, sendo que essas enzimas alcançam atividade mais alta em valores de pH na faixa de 2,0 a 4,0 (SANTANA-DELAGADO et al., 2008). A técnica de preservação utilizando o processo de silagem deve ser considerada, principalmente em locais onde não existam fábricas de farinha de peixe ou que seja economicamente inviável a instalação destas (BOWER; HIETALA, 2008).

Segundo Oetterer (1999) a matéria-prima para o preparo da silagem química, deve se apresentar preferencialmente em pequenos pedaços ou até moída. Em seguida, dar-se adição do ácido para facilitar a ação deste, até que ocorra a liquefação da massa. Usualmente, emprega-se a temperatura ambiente e o tempo decorrente do armazenamento desse processo levará as transformações bioquímicas desejadas. Sendo de suma importância revolvimento da mistura para que a matéria-prima entre em contato com o ácido, pois as partes do material sem tratamento podem entrar em putrefação. O processo de silagem se inicia naturalmente, porém o revolver ocasional proporciona a uniformidade desejada.

A obtenção da silagem de pescado é um processo simples e não implica na utilização de maquinários específicos, necessitando apenas de triturador, agitador e recipientes (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006). Há muito tempo, a técnica de processamento de ensilagem de pescado vêm sendo aplicada, basicamente consiste no rebaixamento do pH da massa de pescado triturada, aumentando a área de contato para ação das enzimas presentes naturalmente nos tecidos, e sua ação

liquefaz o mesmo. A preservação do material ensilado ocorre mediante redução do pH após adição de ácidos orgânico e/ou minerais (silagem ácida), adição microrganismo que possuam a característica de produzir ácidos lácticos (silagem biológica), ou ainda, pela utilização dos dois métodos em combinação (GODDARD; PERRET, 2005).

Dessa forma, os odores produzidos pelo processo de ensilagem apresentam um efeito repelente aos insetos e a diminuição do pH propicia a ação das enzimas que estão naturalmente presentes no pescado e/ou adicionadas (silagem enzimática), geralmente pepsinas e catepsinas, apresentam um efeito preventivo contra a ação microbiana. Sendo essas enzimas responsáveis pela hidrólise protéica, gerando assim, produto rico em proteínas, peptídeos de cadeia curta e aminoácidos livres. (KOMPIANG, 1981; STONE; HARDY, 1986; VALÉRIO, 1994; GODDARD; PERRET, 2005).

2.4 Silagem de pescado na elaboração de rações animais

2.4.1 Silagem na alimentação aves e suínos

O produto final obtido do processo de ensilagem pode ser considerado como uma alternativa importante de proteína de qualidade na alimentação animal, especialmente em situações nas quais a obtenção da farinha de peixe não seja possível e/ou o custo muito alto na aquisição desta fonte protéica (DISNEY et al., 1977; HUSSAIN; OFFER, 1987; CARVALHO et al., 2006).

A demanda na produção de ração vem crescendo ano após ano, aumentando a necessidade de novas fontes protéicas, principalmente em países onde proteínas de origem animal são escassas para suprir as necessidades. As indústrias de alimentos geram resíduos sólidos que são interessante fonte protéica podendo ser adicionada na formulação de rações, representando um ingrediente com alto valor protéico (HAMMOUMI et al., 1998; ARRUDA et al., 2006).

Santana-Delgado et al. (2008) procederam um estudo com frangos de corte e chegaram a conclusão que a silagem de cavala co-seca com 50% de sorgo pode ser incluída em proporções de 11% e 22% na dieta dessas aves sem que haja um comprometimento do desempenho. Entretanto, concentrações maiores de silagem

de peixe produzida com sorgo (33 ou 44%) reduzem significativamente o ganho de peso em frangos de corte.

Trabalhos realizados por Tuti et al. (2011) utilizando concentração de 4%, 6% e 8% de silagem de resíduos de atum na dieta de frangos de corte verificou que até o nível de 6% a silagem não apresenta resultados significativos sobre o desempenho o peso corporal e porcentagem de carcaça. A concentração de 4% apresentou os melhores resultados para as variáveis de desempenho e rendimento de carcaça.

Pesquisa realizada por Al-Marzoorqi et al. (2010) revelou que silagem produzida com sardinhas pode ser acrescida em até 20% em substituição ao farelo de soja na elaboração de dietas de frangos de corte sem que acarrete prejuízo ao crescimento, desempenho ou a qualidade sensorial da carne de frango.

Estudos comparativos realizados por Hammoumi et al.(1998) formularam dietas a base de ensilado de pescado em conjunto com farelo de trigo e cevada e compararam com uma dieta comercial (controle) para frangos de corte. Os autores chegaram a conclusão que todas as dietas testadas apresentaram similaridades no ganho de peso das aves, indicando o grande potencial da silagem de pescado para ser utilizada em dietas para frangos de corte.

Segundo Dauksas et al., (2005) a grande quantidade de lipídios pode desencadear um processo oxidativo dos ácidos graxos, resultando na produção de silagem com condição esta que afeta a qualidade nutricional do produto. O fator limitante para a incorporação da silagem em dietas para aves e suínos é o seu conteúdo lipídico. Portanto, para evitar problemas de “off flavor”, a quantidade de óleo de pescado não deve ultrapassar a 1% com base na matéria seca da dieta (RAA; GILBERG, 1982). Por sua vez, estudos demonstram que a utilização de antioxidante, BHT é indicado por apresentar melhor atividade em gorduras de origem animal (BOBBIO E BOBBIO, 2001).

Green et al. (1988), avaliaram a estabilidade do óleo de peixe e o valor nutricional da silagem de peixe no crescimento do suínos utilizando animais resultantes do cruzamento Landrace x (Landrace x Large White) na faixa de 25 a 55 kg e quatro dietas isoprotéicas e isoenergéticas, com suplementação mineral, e com 0 (controle e base de farelo de soja e milho), 50, 100 e 150g de silagem/kg. Os autores constataram que os animais alimentados com dietas que continham silagem

de peixe cresceram mais rápido, sendo a quantidade de 100g de silagem/kg de matéria seca a que proporcionou o melhor desempenho (conversão alimentar igual a 1,96), não sendo observadas diferenças na composição de carcaça.

Sales (1995) com o objetivo de quantificar o melhor percentual de adição de silagem na dieta de suínos nas fases de crescimento e terminação, utilizou dietas com 0 (dieta controle a base de farelo de soja e milho), 5, 10, e 15% de silagem. Os resultados demonstraram que o percentual ideal de complementação com a silagem para a obtenção de maior valor nutricional foram as dietas contendo 5% de silagem de pescado para os suínos nas fases de crescimento e terminação.

2.4.2 Participação da silagem na alimentação de organismos aquáticos

A aquicultura é uma das atividades zootécnicas que vêm se revelando no Brasil como opção econômica para o pequeno e médio produtor, favorecendo ao desenvolvimento de áreas improdutivas, convertendo-as e aumentando sua potencialidade e produtividade. Com o aumento progressivo tecnológico, o processamento e industrialização de pescado vêm crescendo de forma contínua com o aparecimento de indústrias de beneficiamento, que visam o aperfeiçoamento no processo de obtenção de filés (OLIVEIRA et al.,2006).

A idéia da utilização da silagem de pescado como complemento protéico na alimentação animal, se dá devido, apresentar composição semelhante à da matéria-prima que a originou, presença integral dos aminoácidos constituintes e alta digestibilidade. A silagem de pescado é produzida na Polônia e Dinamarca em escala comercial desde os anos 60 sendo amplamente utilizada na alimentação de aves e suínos, adicionada a rações como complemento protéico e integrando rações destinadas a “pets” e uso na piscicultura (OETTERER, 2002).

Na França, um hidrolisado protéico foi produzido a partir de pescado com 90% de proteína, desossado obtendo valores na ordem de US\$1.500,00 por tonelada. A silagem produzida em escala experimental na Indonésia e utilizada em rações que substituíram a farinha de peixe e a de soja, na alimentação de suínos, peixes e aves. Ainda que comum nos países escandinavos, onde a utilização deste produto se dá há muitos anos com sucesso, a produção industrial de silagem torna-

se limitada em razão do alto teor de umidade presente no produto, o que torna difícil o transporte a longas distâncias (KOMPIANG, 1981).

Em estudo para avaliar o desempenho dos alevinos de tilápia nilótica realizado por Oliveira et al. (2006), recebendo níveis crescentes (0, 10, 20, 30, 40 %) da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo em substituição à farinha de peixe na ração, constatou-se que não houve diferença significativa para ganho de peso final, consumo de ração total, conversão e acréscimo em altura. Os coeficientes de digestibilidade aparente encontrados foram: matéria seca, 95,49%; proteína bruta, 96,66%; extrato etéreo, 97,18%; energia bruta, 95,44%, e energia digestível aparente 2.880,02 kcal/kg (PIMENTA et al., 2008).

Gonçalves et al. (1989) utilizando silagem de resíduos do processamento de indústria de pescado congelados ou enlatados em dietas de enguias, evidenciaram que os animais que receberam dietas com silagem de peixe obtiveram melhor desempenho quando comparado aqueles que receberam dietas sem silagem.

Pesquisas realizadas utilizando silagens co-secas de peixes marinhos, peixes de água doce e de resíduos de tilápias em substituição da farinha de peixe na dieta do pacu *Piaractus mesopotamicus*, comprovaram que todas essas silagens foram eficientes para substituir a farinha de peixe na elaboração de dietas para o pacu (VIDOTTI, 2001).

Goddard e Al-Yahyai (2001) testando a digestibilidade da silagem ácida de sardinha e da farinha de peixe na alimentação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) não evidenciaram diferenças significativas entre os ingredientes utilizados na elaboração deste trabalho, denotando o potencial do uso da silagem de pescado como substituto parcial da farinha de peixe.

Heras, Mcleode Ackman (1994) relataram que salmões (*Salmo salar*) alimentados com silagem ácida, preparada com resíduos de dogfish (*Squalus acanthias*), apresentaram bons ganhos de peso, conversão alimentar e taxa de eficiência protéica quando comparada com dieta controle contendo como principal fonte protéica a farinha de arenque. A análise sensorial dos filés não demonstrou diferenças significativas no sabor da carne.

Carvalho et al. (2006) avaliaram o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo que receberam dietas contendo 0, 10, 20 e 30% de silagem de pescado, acrescida de 30% de farelo de trigo. Não foram observadas diferenças entre as dietas que

continham silagem sobre o ganho de peso, conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica, afirmando que a inclusão de até 30% dessa silagem na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo não causa prejuízo no desempenho dos animais.

2.5 Espécie estudada

Atualmente cada região brasileira vem se especializando na criação de determinados tipos de pescado. Na Região Norte predominam peixes como o tambaqui e o pirarucu. O tambaqui (*Colossoma macropomum*) atualmente é a segunda espécie mais criada no Brasil, superando as expectativas, tendo em vista, que nos anos de 2008 e 2010, o tambaqui ocupava a terceira posição (BRASIL, 2012). O tambaqui é a principal espécie de peixe criado em cativeiro no Estado do Amazonas, justificando assim, a escolha por essa espécie, segundo dados estatísticos (BRASIL, 2010).

2.5.1 Classificação sistemática da espécie estudada

Reino: Animalia
Filo: Chordata
Subfilo: Vertebrata
Superclasse: Pisces
Classe: Actinopterygii
Divisão: Teleostei
Subdivisão: Euteleostei
Superordem: Ostariophysii
Ordem: Characiformes
Família: Characidae
Subfamília: Serrasalminae
Gênero: *Colossoma*
Espécie: *C. Macropomum* CUVIER 1818



Figura 1. Tambaqui *Colossoma macropomum* CUVIER 1818.

<http://wrec.igfa.org/WRecordsList.aspx?lc=AllTackle&cn=Tambaqui>

2.6 Descrição bioecológica da espécie estudada

A espécie *Colossoma macropomum*, chamada pelo nome popular tambaqui, pertence a ordem Characiformes, família Characidae. Sendo uma espécie nativa da bacia amazônica, sua distribuição ocorre no Brasil, Peru, Colômbia, Bolívia e Venezuela. Apresenta-se com alto valor comercial, sendo muito apreciada pela população local. Sendo igualmente a espécie amplamente aceita em outras regiões, em virtude do seu excelente sabor, consistência e coloração branca da carne e facilidade para obtenção de filés (GOULDING; CARVALHO, 1982). A espécie possui grande aceitação no mercado local e em muitas regiões do país (ARAUJO-LIMA; GOULDING 1998).

Apresenta-se como peixe de escama com corpo romboidal, em sua fase adulta possui manchas escuras irregulares ventrais e caudais, com dorso em tonalidade esverdeada, mas pode variar para mais clara ou mais escura dependendo da cor da água (ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005; SOARES et al., 2007). Outras características apresentadas pela espécie são: a rusticidade ao manuseio, tolerando atividades como biometrias e tolerância a ambientes com baixa disponibilidade de oxigênio. Além disso, é uma espécie que apresenta bons

resultados quanto ao aproveitamento de proteínas de origem vegetal (SAINT-PAUL; SOARES, 1988).

No ambiente natural, o tambaqui é onívoro com preferência por frutas e sementes com tendência zooplanctofágo. Sua reprodução ocorre nos rios amazônicos na enchente (fevereiro). Em cativeiro, aceita bem rações extrusadas e peletizadas, bem como subprodutos industrializados o que, em conjunto com sua rusticidade, faz da espécie uma das mais utilizadas na piscicultura (ARAUJO-LIMA; GOMES, 2005; GALVIS et al.,2006).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Elaborar silagens ácidas com resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) proveniente da piscicultura processados em frigoríficos de pescado da cidade de Manaus.

3.2 Objetivos específicos

1. Utilizar os resíduos do processamento de tambaqui;
2. Produzir silagem utilizando ácidos orgânicos;
3. Determinar a composição química dos ensilados;
4. Quantificar os macro e micro minerais presentes nos ensilados;
5. Quantificar os aminoácidos presentes nos produtos;
6. Determinar a qualidade das silagens durante período de 180 dias de estocagem.

4. METODOLOGIA

4.1 Modelo de estudo

O presente trabalho trata-se de um estudo descritivo com abordagem quantitativa visando à realização da análise da composição centesimal (umidade,

cinza, proteína, lipídio e nifext). A determinação do teor de minerais e a quantificação dos teores de aminoácidos. No que tange aspectos qualitativos serão avaliadas a composição físico-química e microbiológica das silagens produzidas com resíduos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) proveniente da piscicultura e processados em frigoríficos de pescado na cidade de Manaus.

4.1.1 Matéria-prima.

A matéria-prima utilizada na elaboração da silagem química de pescado constituiu-se de resíduo de filetagem de tambaqui (*Colossoma macropomum*), compostos por carcaça, espinhas, nadadeiras, vísceras e poucas escamas. Sendo o pescado proveniente da piscicultura e processado em frigoríficos de pescado na cidade de Manaus-AM. Os resíduos foram transportados em estado refrigerado até o laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM/FCA/DEPESCA, onde foi realizado o experimento.

4.2.1 Metodologia de preparo da silagem

Os resíduos foram submetidos ao tratamento térmico de 70°C por cinco minutos, para a retirada do excesso de gordura proveniente da grande quantidade de vísceras. A seguir foram colocados em telas para a retirada do excesso de água, e triturados em moedor elétrico, com malha 5mm. O conteúdo total após a moagem foi pesado em balança digital Toledo do Brasil PR1X3/14. O peso total do resíduo triturado foi de 36 kg. Após a homogeneização manual, procedeu-se a divisão da biomassa, sendo realizados três tratamentos em triplicata de 4 kg cada, totalizando 9 repetições alocadas em recipientes de polietileno com tampa e capacidade para 10 litros.

Adicionou-se 0,1% de ácido ascórbico e 0,02% BHT (butilhidroxitolueno) a cada tratamento. Em seguida foram acrescentados 3% da misturas de ácidos: Fórmico 85% P.A.Vetec, Propiônico 99,5% P.S. Vetec, Cítrico Monohidratado 99,5% P.A.Vetec, Acético Glacial 99,7% P.A.Reagen.

Foi realizado o controle diário do pH e o revolvimento da massa duas vezes ao dia, tendo como finalidade o contato contínuo e uniforme dos ácidos com a matéria-prima (SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003). Este procedimento se manteve

por quatro dias quando foi observada a estabilização do pH próximo a 4, conforme recomendado por Tatterson e Windsor (1974), e Beraquet e Galacho (1983). Conforme demonstra (Figura 2) a seguir.

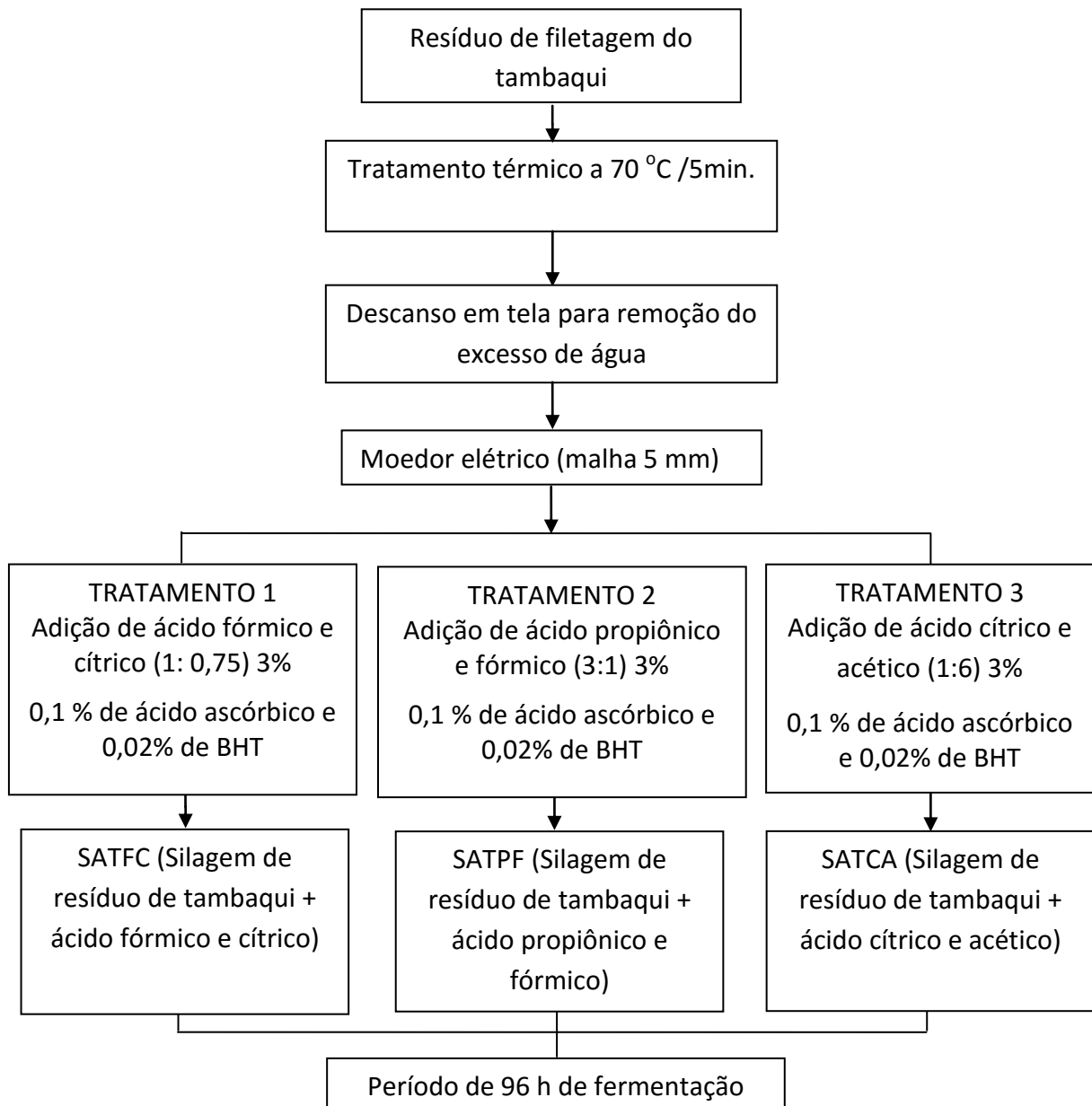
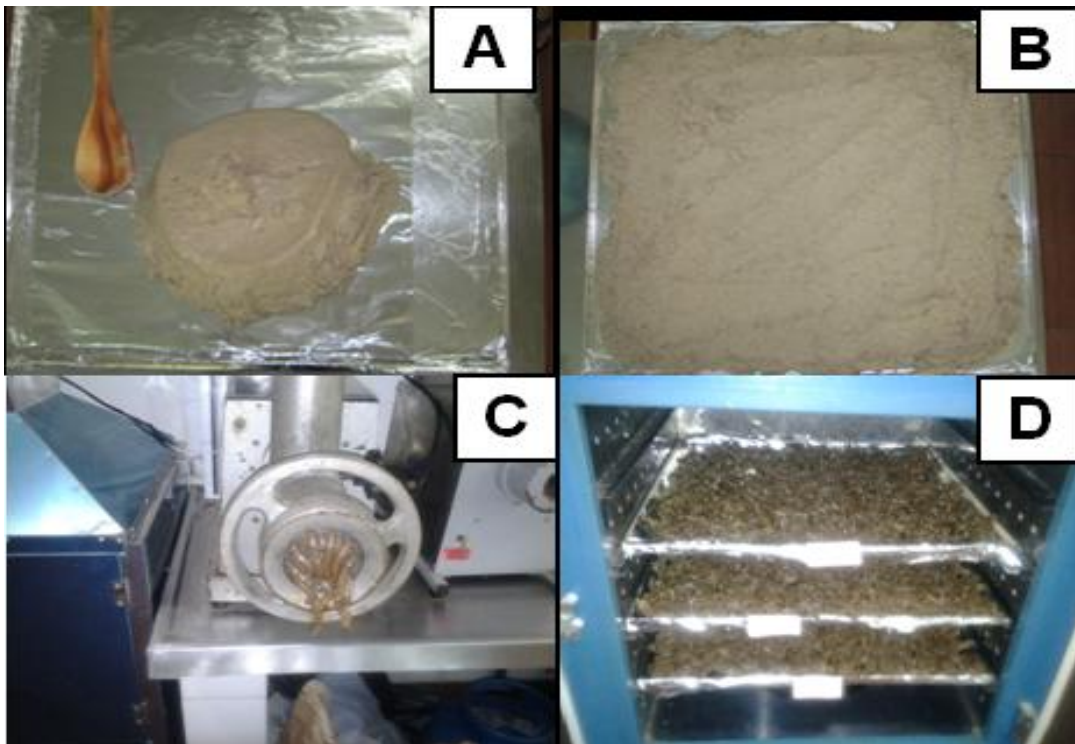


Figura 2 Fluxograma das etapas seguídas para a elaboração de silagens ácidas de resíduos da filetagem de tabaqui (*Colossoma macropomum*).

4.2.2 Procedimento de secagem da silagem

O procedimento ocorreu em duas etapas, sendo a biomassa após hidrólise colocada em bandejas e levada à estufa com circulação de ar por 24 horas,

submetida à temperatura média de $50\pm 2^{\circ}\text{C}$, para o controle de temperatura foi utilizado termômetro de mercúrio manual (JUNIOR; CRUZ; GOULART, 2014). Após essa pré-secagem o material foi retirado da estufa e colocado em máquina para realizar a peletização com malha de 10 mm para melhor distribuição do calor, sendo o material pesado em balança semi-analítica para análise de rendimento. Em seguida, os pellets foram levados novamente a estufa por mais 48 horas, a $50\pm 2^{\circ}\text{C}$. Posteriormente os produtos foram acondicionados em recipientes de polietileno com tampa e capacidade para 10 litros, para as futuras análises.



Fonte: Marcelo Faustino

Figura 3. Processamento de secagem artificial da silagem de resíduo de tampaqui. A) Resíduos triturados; B) Resíduos triturados parcialmente secos; C) Peletização em moedor elétrico; D) Secagem dos pellets em estufa com circulação de ar.

4.2.3 Análise sensorial de acompanhamento

Análise sensorial foi realizada observando o comportamento da biomassa a partir da adição de ácidos, o período de análise se deu até a estabilidade do pH próximo de 4, segundo Santana-Delgado et al.; (2008).

4.2.4 Análises composição centesimal

As análises químico-bromatológicas das silagens foram realizadas com base na matéria seca como preconizado pela AOAC (2005) sob a padronização do Compêndio Brasileiro de Nutrição Animal (BRASIL, 1998). Sendo a umidade determinada pelo método gravimétrico, em estufa a 105°C até peso constante. O teor de cinza foi determinado pelo método gravimétrico, em mufla a 550°C e incineração da matéria orgânica em bico de Bunsen. O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de micro-Kjedahl corrigindo-se o teor de nitrogênio total mediante multiplicação pelo fator 6,25 e o lipídios foi determinado pelo método de Bligh-Dyer (1959).

4.2.5 Determinação da composição de aminoácidos

Os aminoácidos liberados na hidrólise ácida foram reagidos com fenilisotiocianato (PITC), em seguida separados por (HPLC) em fase reversa com monitoração em comprimento de onda em 254 nm. (FARFÁN, 1994). A quantificação foi realizada por calibração interna multinível, com auxílio do ácido α -aminobutírico (AAAB) como padrão interno para aminoácidos totais e de metionina sulfonada para aminoácidos livres. Os aminoácidos livres foram desproteinizados com metanol acidificado com HCl 0,1M (80%MeOH/20%HCl 0,1M) utilizando proporção de 7:2:1 metanol/amostra/padrão interno e com modificações na metodologia proposta por (WHITE et al.,1986). Para aminoácidos totais utilizou-se coluna LUNA C18 100Å 5 μ m 250x4,6mm 00G-4252EQ, e para as determinações de aminoácidos livres foi utilizada Coluna Luna 3 μ m C18(2) 100A 250x4,6mm 00G-4251-E0. Para quantificação de Triptofano utilizou-se a metodologia descrita por (SPIES, 1967). Sendo realizadas as análises por Siqueira & Risso Analises Químicas SS LTDA. Campinas São Paulo.

4.2.6 Análise de minerais

O teor de minerais foi determinado em equipamento de fluorescência de raios-x por dispersão de ondas (WD-XRF) da marca Rigaku, modelo Supermini com tubo de paládio, tempo de exposição de 200 s, com potência de 200 W. As

condições foram ajustadas, levando-se em consideração a matriz da amostra, o porta amostras, e o suporte da amostra, onde as amostras foram prensadas a uma pressão de 18 ± 1 t, utilizando como aglomerador o ácido bórico. Todos os elementos foram identificados por suas energias $K\alpha$ e/ou $K\beta$ (JANSSENS K. IN GAUGLITZ; VO-DINH, 2003). Foram utilizados os cristais analisadores LIF 200, PET e RX25.

A quantificação foi realizada com o método de parâmetros fundamentais dos elementos observados nas amostras, através de softwares matemáticos relacionam-se os picos de emissão com as respectivas concentrações de um determinado elemento. O cálculo das concentrações de minerais foi baseado em dados estatísticos e matemáticos (preestabelecidos pelo o aparelho utilizado). As análises foram realizadas no Laboratório do Grupo Crowfoot de Métodos de Raios-X – LGCMRX com a colaboração da Professora Doutora Claudia Cândido da Silva, da Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

4.2.7 Análises físico-químicas

4.2.7.1 Determinação do pH

Utilizou-se potenciômetro digital, marca QUIMIS[®], expressando resultados em duas casas decimais. As determinações foram realizadas, a cada 24 horas, respeitando a metodologia preconizada pela edição IAL (SÃO PAULO, 2008).

4.2.7.2 Determinação da acidez

Fornece parâmetro do estado de conservação de um produto alimentício. Sendo assim, a acidez foi determinada por titulação com NaOH 0,1, utilizando como indicador, 0,5 mL de solução de fenolftaleína a 1,5% edição IAL (SÃO PAULO, 2008).

4.2.8 Análise microbiológica.

4.2.8.1 Contagem de microrganismos mesófilos aeróbicos

Utilizou-se PCA (Ágar Padrão para Contagem) para análise de microrganismos mesófilos aeróbicos, sendo as placas incubadas em estufa regulada

a 35°C, utilizando a metodologia descrita por Silva et al., (2001); Thielmann (1999); Carmo et al. (2008).

4.2.8.2 Contagem de bolores e Leveduras

.Para contagem de bolores e leveduras fora utilizado o PDA-antibióticos (Ágar Batata Dextrose com antibiótico) Merck, sendo utilizado o plaqueamento de superfície, seguindo a metodologia descrita por Silva et al., (2001), utilizada por Thielmann (1999) e Carmo et al. (2008).

4.2.8.3 Procedimento do Número Mais Provável para coliformes totais e coliformes termotolerantes a 45 °C

4.2.8.3.1 Teste presuntivo para coliformes totais

O meio de cultura utilizado foi o Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST). Alíquotas de 1 mL das diluições de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} , sendo inoculadas em tubos de ensaio contendo o caldo LST e microtubos de Durham, sendo incubados a 35 °C por 24 a 48 foram considerados positivos os tubos que apresentaram formação de gás no interior dos microtubos de Durhan (SILVA et al., 2001; CARMO et al. 2008).

4.2.8.3.2 Teste confirmativo para coliformes totais

Os tubos que apresentaram alíquotas consideradas positivas no teste presuntivo foram inoculados com auxílio de alça de platina, em tubo de ensaio contendo Caldo Verde Brilhante Lactose Bile (CVBLB), HIMEDIA e incubados a 35 °C por 24 a 48 h. Sendo considerados positivos após esse período os tubos com produção de gás no interior dos microtubos de Durham. Os resultados foram expressos em NMP/g (SILVA et al., 2001), sendo utilizado por Geus e Lima (2006).

4.2.8.3.3 Teste confirmativo para coliformes termotolerantes

Da mesma forma que na confirmação de coliformes totais, todas as alíquotas que apresentaram tubos com meio turvo e com produção de gás nos tubos

de Durhan foram considerados positivos e inoculados com auxílio de alça de platina, em tubos contendo Caldo *E. coli* (Caldo EC) DIFCO 0314. Estes foram incubados em banho-maria a 45,5 °C por 24 a 48 h, e os resultados expressos em NMP.g⁻¹ (SILVA et al., 2001).

4.2.8.4 Detecção de *Salmonella* spp.

Para a detecção de *Salmonella* spp. foram pesadas 25 g de cada amostra, incubadas a 36 °C por 24 horas, após a incubação foi transferido uma alíquota de 1 mL para tubo com 10ml dos caldos de enriquecimento tetracionato e selenito-cistina, que foram incubados por 24 horas a 42°C e a 35°C, respectivamente. Sendo os resultados expressos em Número Mais Provável (NMP) preconizada pela ICMSF (1988). Todos os ensaios microbiológicos foram desenvolvidos no Laboratório de Nutrição, setor de microbiologia do INPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia), localizado na cidade de Manaus-AM.

4.3.1 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente ao teste de comparação de médias Tukey ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Considerações acerca da elaboração da silagem.

Após a realização deste trabalho foi possível certificar que a obtenção do ensilado é simples, prático e econômico, não necessitando de equipamentos e processos de alto custo, como os empregados na produção de farinha de peixe, em conformidade com a técnica Ottati et al. (1999) e Vidotti e Gonçalves (2006). Porém,

segundo Carvajal (1998) deve-se proceder à secagem para promover a estabilidade do produto e minimizar os efeitos deteriorantes durante a estocagem, pois reduzindo a atividade de água, conseqüentemente atuará na diminuição da ação microbiológica e reações enzimáticas. Entretanto, este procedimento pode onerar os custos na elaboração do produto, tendo em vista, os altos custos na geração de energia.

5.2 Análise sensorial de acompanhamento

No exame visual da silagem, pôde-se observar que nas primeiras 24 horas (Figura 4B) não ocorreu a liquefação da massa, apresentando-se num estado ressequido. Após as 36 horas seguintes foi possível visualizar o aumento gradativo da hidrólise sendo possível visualizar as características da silagem, tendo o processo continuado até o final do experimento 96 horas (Figura 4C), resultando em um produto pastoso-líquido de cor marrom claro e um aroma ácido característico, resultado que corrobora com diversos autores (TATTERSON; WINDSOR, 1974; KOMPIANG, 1981; BENITES, 2003; ARRUDA, 2004; BORGHESI, 2004). A hidrólise de proteínas ocorre na silagem devido a ação de enzimas proteolíticas que estão naturalmente presentes em peixes, em especial nas vísceras (HAARD et al.,1985). As silagens ácidas e enzimáticas apresentam cor marrom claro (VALÉRIO, 1994), (MORALLES-ULLOA; OETTERER, 1995), a coloração se manifesta em função das reações lipídicas que o produto sofre em decorrência do período de estocagem, (KOMPIANG, 1981), (BENITES, 2003) e (ARRUDA, 2004) o que pôde ser atestado neste trabalho. Conforme (Figura 4) a seguir.



Figura 4. A) Resíduos triturados logo após adição dos ácidos; B) Silagem após 24 h; C) Silagem após 96 h.

5.3 Análise pH no período de elaboração

O pH das silagens ácidas de tambaqui estão apresentadas na Tabela 1. SATFC (Fórmico + Cítrico), SATFP (Fórmico + Propiônico) e SATCA (Cítrico + Acético) após 96h todos os tratamentos apresentaram valores finais de pH inferiores a 4,5.

Tabela 1. Valor médio do pH no período de elaboração silagens ácidas.

¹ Tratamento	pH das silagens /Tempo (dia)			
	1	2	3	4
SATFC	3,56 ± 0,03 ^a	3,69 ± 0,01 ^a	3,73 ± 0,01 ^a	3,76 ± 0,02 ^a
SATPF	4,02 ± 0,01 ^b	4,12 ± 0,01 ^b	4,17 ± 0,01 ^b	4,20 ± 0,01 ^b
SATCA	4,05 ± 0,03 ^b	4,17 ± 0,02 ^b	4,19 ± 0,02 ^b	4,20 ± 0,02 ^b

Os valores constituem-se em média de três repetições ± desvio padrão; letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente $p < 0,01$ entre as silagens.

¹SATFC (Ac. fórmico +Ac. cítrico), SATPF (Ac. propiônico+ Ac.fórmico) e SATCA (Ac. cítrico + Ac. acético).

Todas as silagens estabilizaram o pH no quarto dia. A (SATFC) apresentou menores valores de pH durante todo o processo de elaboração. Quando comparado com os outros tratamentos, pôde-se observar diferença significativa, porém, todos os tratamentos apresentaram valores de pH abaixo de 4,5, característica que permite a manutenção da qualidade do produto. O pH de 2,0 a 4,0 favorece a atividade de algumas enzimas presentes naturalmente no pescado em especial nas vísceras, além disso, impede a proliferação de microrganismos patogênicos e deteriorantes (SEIBEL; SOARES, 2003).

Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com os dados encontrados por Oliveira et al. (2006) quando avaliaram a silagem constituída de resíduos de filetagem de tilápia, contendo 3% de ácido fórmico, por 30 dias, e determinaram temperatura média de 21,5°C e pH de 3,95. Do mesmo modo, Hisano et al. (2012) avaliando diferentes proporções de ácido fórmico e ácido acético para elaboração da silagem de vísceras de surubim, encontraram níveis de pH variando 3,50 a 3,72 com resultados bem similares aos encontrados neste trabalho.

A (SATPF) e o (SATCA) estabilizaram com pH na ordem 4,2. Arruda (2004) realizou trabalho com resíduo de tilápia do Nilo, elaborou silagem com adição de 3% de ácido fórmico/propiónico (1:1) e encontrou valor de pH de 4,12, próximo aos encontrados nesta pesquisa. Trabalho realizado por Silva et al.(2013) com silagens residual de sardinha com adição de 10% de ácido acético v/p em relação ao peso da matéria-prima, em duas condições térmicas verão e inverno, relatou valores finais de pH 4,22 e 4,11 respectivamente, resultados os quais corroboram com os encontrados nesta pesquisa.

Segundo os resultados relatados por Carmo et al. (2008), ao término de 20 dias de estocagem, constataram pH de 4,37 quando produziram silagem de resíduos de tilápia, com adição de ácido acético a 5%. Apesar da adição de uma quantidade maior que a utilizada nesta pesquisa, os resultados de pH foram maiores que os encontrados nesse trabalho, sendo justificado provavelmente pela inclusão do ácido cítrico na mistura com ácido acético.

O pH ácido retarda ou impede o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis que propiciam a decomposição anaeróbica de proteínas e sua putrefação Carvalho et al. (2006). Seibel; Souza-Soares (2003) realizando pesquisa similar após elaborarem silagem ácida com 15% de ácido acético glacial e antioxidante BHT, observaram valores de pH variando entre 3,10 a 3,81. Valores esses inferiores aos encontrados neste trabalho, devendo ser ressaltado que tal diferença provavelmente possa estar relacionada ao menor percentual de ácido acético glacial utilizado nesta pesquisa.

Sendo assim, a proporção de 1: 0,75 (v/v) de ácido fórmico e ácido cítrico Vetec, foi o que apresentou a maior efetividade para redução do pH em silagem de resíduos de tabaqui apresentando diferença significativa. Porém, todas as silagens apresentaram ótima estabilidade. Segundo Oetterer (2002) a estabilidade da silagem dependerá da manutenção do pH abaixo de 4,5, o que permite mantê-la por mais de um ano sob temperatura ambiente.

5.4 Análise da composição centesimal das silagens

Os alimentos têm por finalidade o fornecimento de energia ao corpo e os materiais necessários à formação e à manutenção dos tecidos e a regulação do funcionamento dos órgãos (GAVA, 2008).

A composição centesimal tem como propósito exprimir, o valor nutritivo dos alimentos, correspondendo à proporção dos grupos homogêneos de substâncias que estão contidos em 100g dos alimentos analisados. São considerados os grupos homogêneos aqueles que são encontrados em todos os alimentos, tais como: Umidade, proteínas (N x fator de conversão), lipídios ou extrato etéreo, cinzas ou resíduo mineral fixo e glicídios ou ENN, quando determinado por diferença (LIMA; CARVALHO, 1998; GAVA, 2008).

Segundo TACO (2011) é fundamental o conhecimento da composição centesimal para auferir a segurança alimentar e nutricional. Alcançando informações básicas para o controle da qualidade dos alimentos, estimativa e adequação da dieta de um indivíduo ou de grupos populacionais, entre outros.

Os resultados de composição química, quando comparados entre os grupos observaram-se diferenças significativas para umidade, lipídios e nifext, bem como no valor calórico (Tabela 2).

Tabela 2. Composição centesimal e valor calórico do resíduo úmido e das silagens secas com misturas de ácidos.

Composição %	Resíduo <i>In natura</i>	¹ Tratamentos		
		SATFC	SATPF	SATCA
Umidade	55,85±0,28	8,04±0,22 ^a	7,32±0,20 ^b	7,35±0,22 ^b
Proteína	16,67±0,37	44,52±1,73 ^a	44,96±1,06 ^ε	44,31±0,75 ^a
Lipídios	18,97±0,11	38,74±0,94 ^a	39,95±0,46 ^b	39,81±0,28 ^b
Nifext ²	0,88	1,52±0,18 ^a	0,77±0,16 ^b	0,89±0,05 ^b
Cinzas	7,63±0,35	7,18±0,21 ^a	7,05±0,61 ^a	7,43±0,64 ^a
Valor calórico ³	240,93	532,79±4,46 ^a	542,26±2,94 ^b	539,96±1,75 ^{ab}

Os valores constituem-se em média de três repetições ± desvio padrão; letras iguais na mesma linha não se diferenciam significativamente $p < 0,01$ entre as silagens.

¹SATFC (Ac. fórmico + Ac. cítrico), SATPF (Ac. propiônico+ Ac.fórmico) e SATCA (Ac. cítrico + Ac. acético).²Nifext = Valor determinado por diferença; ³Kcal/100g.

Os teores de Umidade encontrados neste trabalho apresentaram valores variando 7,23 a 8,20%, resultados bem similares aos detectados por Santos (2000)

quando elaborando silagem biológica de resíduo de pescado foram obtidos valores de 6,69 a 7,08%. Entretanto, Boelter et al. (2011) quando analisaram farinha de silagem de resíduos de sardinha verificaram valor de 11,50%, teor acima dos encontrados neste trabalho.

Trabalho realizado por Nascimento (2014) ao elaborar silagem de resíduo de peixe encontrou teor de 4,50% para umidade, valor abaixo do identificado nesta pesquisa. Vasconcelos et al. (2011) obtiveram valores de 63,66% de umidade para silagem úmida e 1,71% para silagem seca parcialmente desengordurada. Segundo Oliveira et al. (2006) a produção de silagem com teor de umidade mais baixa apresenta grande relevância para a formulação de rações, pois promove uma melhor estabilidade microbiológica do material.

As silagens elaboradas com resíduos de tambaqui apresentaram valores de proteína bruta superiores a 44%. Vidotti (2001) em trabalho utilizando resíduo de tilápia observou teor de 39,6% de proteína. Oliveira et al., (2006) elaborando silagem ácida com resíduo de filetagem de tilápia encontraram valores para proteína de 39,08 a 48,30% no 1º e 30º dias de estocagem, respectivamente, apresentando resultados bem similares aos encontrados neste trabalho.

Diversos autores relatam que a semelhança dos teores protéicos da silagem esta relacionada à matéria prima que lhe deu origem, evidenciando seu grande potencial para aproveitamento na aquicultura (BORGHESI; FERRAZ de ARRUDA; OETTERER, 2007). A variedade de teores de proteína em silagens acidificadas da-se em virtude do tempo de armazenamento, sendo justificados pela ação de enzimas endógenas presentes naturalmente nos tecidos do peixe, aumentando a solubilidade da proteína (PIMENTA et al., 2008).

Os resultados para extrato etéreo revelaram alta concentração deste nutriente variando de 37,88 a 40,3% nas silagens elaboradas com ácido fórmico/cítrico e fórmico/propiónico respectivamente. Porém estes resultados corroboram com Silva (2013); Fracalossi; Enke, (2012) quando realizando trabalho com silagem ácida elaborada em duas condições térmicas com resíduos do enlatamento de sardinha obtiveram valor na ordem de 39,86%, bem similar aos valores aqui encontrados.

Experimento conduzido por Oliveira et al. (2006) constatou no 1º dia teor de extrato etéreo de 39,8%, quando da elaboração de silagem de resíduos da filetagem

de tilápia do Nilo com adição de ácido fórmico. Segundo Pimenta et al. (2008) o conteúdo de extrato etéreo apresentado tanto na matéria prima como na silagem é um importante parâmetro de qualidade a ser considerado no produto.

Ramos et al. (1994) descrevem como um dos pontos positivos que os lipídios provenientes da silagem podem promover a redução da solubilização excessiva da proteína, proporcionando assim, melhor qualidade. A presença de óleo com níveis altos de ácidos graxos poliinsaturados estão sujeitos à oxidação, reduzindo a palatabilidade do produto, tornando-se fator limitante ao consumo animal (PIMENTA et al., 2008). Porém a utilização de antioxidante, BHT é indicado por apresentar melhor atividade em gorduras de origem animal (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Para tanto, novos estudos vêm sendo realizados com intuito de avaliar as características destes constituintes presentes na composição de óleos gerados na silagem de pescado (VIDOTTI; GONÇALVES, 2011).

Os resultados divergentes podem ser explicados quando levada em consideração a metodologia utilizada no processo de ensilagem e/ou devido os diferentes tipos de matéria prima empregados na obtenção do produto. Deve ser ressaltado que, visando minimizar ou mesmo impedir a oxidação, deve-se acrescentar um agente antioxidante, quando for utilizada silagem ácida na alimentação animal (OLIVEIRA et al., 2006).

Os minerais apresentam-se como nutrientes essenciais, exercendo importantes funções no metabolismo, sendo a sua necessidade suprida em pequenas quantidades. A fração cinza é uma importante variável de qualidade, pois expressa a presença dos minerais no produto, por tanto, quanto maior o conteúdo encontrado, maior será o valor nutritivo do alimento, sendo um indicativo tanto para a ração como para o consumo humano (MORALLES-ULLOA, 1994).

Analisando os resultados, pode-se constatar quantidades de cinzas variando 6,68 a 7,58% na silagem produzida com ácido Propiônico/fórmico e Cítrico/acético respectivamente, valores similares aos encontrados por Vasconcelos et al. (2011), quando elaborando silagem ácida de tilápia obtiveram teor de cinza de 8,67% no 34º dia de acompanhamento.

Vidotti (2001) propôs valor de 5,13 g/100g de cinza em silagem de peixe, enquanto Oetterer (2002) sugere para silagem desengordurada um teor de 3,63%. Porém, trabalho realizado por Maia Jr. (2003) em silagem ácida de tilápia

apresentou valor bem acima em relação aos encontrados nesta pesquisa, sendo 32,89% de cinzas em silagem seca parcialmente desengordurada. Este resultado discrepante pode ser proveniente da grande concentração de carcaças conforme relatado por Oliveira et al. (2006). Sendo a maior justificativa para tamanha disparidade em relação aos valores encontrados neste trabalho.

5.5 Análise de aminoácidos das silagens ácidas de resíduos de tabaqui.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados da composição de aminoácidos das silagens ácidas elaboradas com diferentes ácidos e concentrações.

Tabela 3. Médias dos aminoácidos das silagens ácidas de resíduos de tabaqui (g/100g de matéria seca).

Aminoácidos	Tratamentos ¹			Exigências ² (% da dieta)	
	SATFC	SATPF	SATCA	Truta Arco-íris	Salmão do Pacífico
Ácido aspártico	3,10±0,33 ^a	2,82±0,62 ^a	2,69±0,51 ^a	-	-
Ácido glutâmico	4,78±0,38 ^a	4,87±0,49 ^a	4,78±0,39 ^a	-	-
Alanina	3,78±0,11 ^a	3,87±0,01 ^a	3,86±0,16 ^a	-	-
Arginina	2,94±0,02 ^a	2,95±0,05 ^a	2,99±0,05 ^a	1,50	2,20
Cistina	0,12±0,01 ^a	0,10±0,03 ^a	0,11±0,02 ^a	-	-
Fenilalanina	1,51±0,12 ^a	1,55±0,11 ^a	1,55±0,00 ^a	0,90	0,90
Glicina	4,48±0,05 ^a	4,61±0,06 ^a	4,64±0,04 ^a	-	-
Histidina	0,59±0,04 ^a	0,62±0,02 ^a	0,61±0,02 ^a	0,80	0,70
HPR	1,59±0,02 ^a	1,57±0,07 ^a	1,62±0,02 ^a	-	-
Isoleucina	1,93±0,18 ^a	1,96±0,14 ^a	1,96±0,06 ^a	1,10	1,00
Leucina	1,90±0,06 ^a	2,07±0,06 ^a	1,98±0,10 ^a	0,70	1,00
Lisina	2,40±0,15 ^a	2,62±0,14 ^a	2,58±0,06 ^a	1,50	1,60
Metionina	0,84±0,05 ^a	0,90±0,07 ^a	0,87±0,05 ^a	2,40	2,20
Prolina	1,62±0,00 ^a	1,72±0,14 ^a	1,68±0,12 ^a	-	-
Serina	1,44±0,04 ^a	1,46±0,09 ^a	1,47±0,03 ^a	-	-
TAU	-	-	-	-	-
Tirosina	0,67±0,06 ^a	0,70±0,05 ^a	0,68±0,04 ^a	-	-
Treonina	1,46±0,11 ^a	1,71±0,07 ^a	1,66±0,16 ^a	1,10	1,10
Triptofano	0,12±0,00 ^a	0,23±0,01 ^a	0,24±0,01 ^a	-	-
Valina	1,59±0,07 ^a	1,67±0,06 ^a	1,64±0,07 ^a	1,10	1,10
Totais	36,85±1,75 ^a	38,00±1,73 ^a	37,62±1,14 ^a	38,00*	40,00*

Os valores constituem-se em média de duas repetições ± desvio padrão; letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a $p < 0,01$.

¹Ácido fórmico/cítrico (SATFC), ácido propiônico/fórmico (SATPF) e ácido cítrico/acético (SATCA).

²Adaptado de NRC (2011). * Valor de proteína digestível.

Pode-se observar que os aminoácidos, ácido aspártico, ácido glutâmico, glicina, arginina, alanina e lisina foram os que apresentaram valores mais expressivos.

Boelter et al. (2011) na caracterização química e perfil de aminoácidos da farinha de silagem de resíduo de sardinha encontraram as maiores concentrações para os aminoácidos serina, ácido glutâmico e arginina, resultados similares encontrados neste trabalho excetuando a serina.

Pesquisa realizada por Guilherme et al. (2007), analisando farinha de silagem de cabeça de camarão encontraram a arginina como sendo o aminoácido essencial com maior destaque. Borghesi et al. (2008) em silagem ácida de tilápia obtiveram concentrações mais elevadas dos aminoácidos leucina, lisina, arginina, ácido glutâmico e glicina, resultados bem parecidos com os encontrados nessa pesquisa.

Neste trabalho o resultado evidenciou o ácido glutâmico, sendo o aminoácido que apresentou a maior concentração em todas as silagens produzida. Esse resultado foi semelhante os encontrados por James et al. (1977) e Morales-Ulloa e Oetterer (1997). James et al. (1977) ao realizar trabalho de elaboração de silagem biológica de pescado, afirmaram haver uma inclinação positiva do teor desse aminoácido em períodos prolongado de armazenamento.

Os aminoácidos encontrados na silagem de resíduo de tambaqui principalmente os aminoácidos essenciais tais como: Isoleucina, Leucina, Lisina, Treonina e Valina concorrem a uma ótima fonte destes nutrientes para participar na elaboração de ração para Truta Arco-íris e do Salmão do Pacífico, excetuando a metionina e histidina que apresentaram valores abaixo das exigências dietéticas dos mesmos, Desta forma, a silagem apresenta grande potencial para participar na elaboração de ração para estas espécies de peixes de pequeno e médio porte.

Segundo Cyrino (2000) as diversas fontes protéicas para formulação das rações disponíveis no mercado para peixes carnívoros não apresentam valores nutricionais e quantidades de aminoácidos exigidos pelo peixe. Há a necessidade de uma elevada porcentagem de proteína, sendo estas proteínas importantes para o seu perfeito desenvolvimento, construção muscular e síntese protéica necessárias para seu organismo (KUBITZA, 2000).

5.6 Quantificações do perfil de minerais

Em relação ao perfil de minerais expostos na Tabela 4 pode-se observar que apenas Mg, Fe, Zn e Sr analisados não apresentaram diferenças significativas quando comparadas entre as silagens elaboradas com diferentes ácidos e concentrações.

Tabela 4. Composição Mineral (%) das Silagens Ácidas de resíduo de tabaqui.

	¹ Tratamentos		
	SATFC	SATPF	SATCA
Matéria orgânica	97,3986 ^a	97,9910 ^b	97,8144 ^b
<i>Macrominerais (%)</i>			
Ca	1,5629 ^a	1,0317 ^b	1,1460 ^b
Mg	0,0568 ^a	0,0586 ^a	0,0480 ^a
K	0,1855 ^a	0,2249 ^b	0,2113 ^{ab}
P	0,5537 ^a	0,3838 ^b	0,4800 ^c
Cl	0,0350 ^a	0,0433 ^b	0,0396 ^{ab}
<i>Microminerais (%)</i>			
S	0,1988 ^a	0,2577 ^b	0,2271 ^a
Si	0,0161 ^a	0,0137 ^b	0,0171 ^{ab}
Fe	0,0119 ^a	0,0151 ^a	0,0129 ^a
Zn	0,0034 ^a	0,0035 ^a	0,0034 ^a
Sr	0,0023 ^a	0,0022 ^a	0,0020 ^a

Os valores constituem-se em média de três repetições \pm desvio padrão; letras iguais na mesma linha não diferem significativamente a $p < 0,01$.

¹Ácido fórmico/cítrico (SATFC), ácido propiônico/fórmico (SATPF) e ácido cítrico/acético (SATCA).

Os teores de cálcio e fósforo da silagem elaborada com adição de ácido fórmico e cítrico foram os que apresentaram os valores mais elevados desses elementos. Quando observamos os níveis de selênio e ferro a silagem que expressou os melhores resultados foi a que utilizou ácido propiônico e fórmico na sua elaboração.

Por muito tempo a medicina concentrou seus estudos nas vitaminas e em outras substâncias de importância à manutenção da vida, voltando atenção tardiamente para os minerais. Recentemente, porém, os sintomas de carência de minerais são mais disseminados que as patologias relacionadas com carências de vitaminas (EDER, 2010).

Segundo Lovell (1998), no correto funcionamento do metabolismo animal existe a necessidade dos seguintes elementos minerais: cálcio, magnésio, potássio, fósforo, sódio, cloro, cobre, ferro, manganês, zinco e selênio. Sendo esses elementos requeridos em diferentes quantidades providas da dieta e/ou da água. Segundo Bosscher et al. (2001) devem ser considerados como uma fonte de alto valor biológico, quando os minerais presentes apresentarem elevada biodisponibilidade.

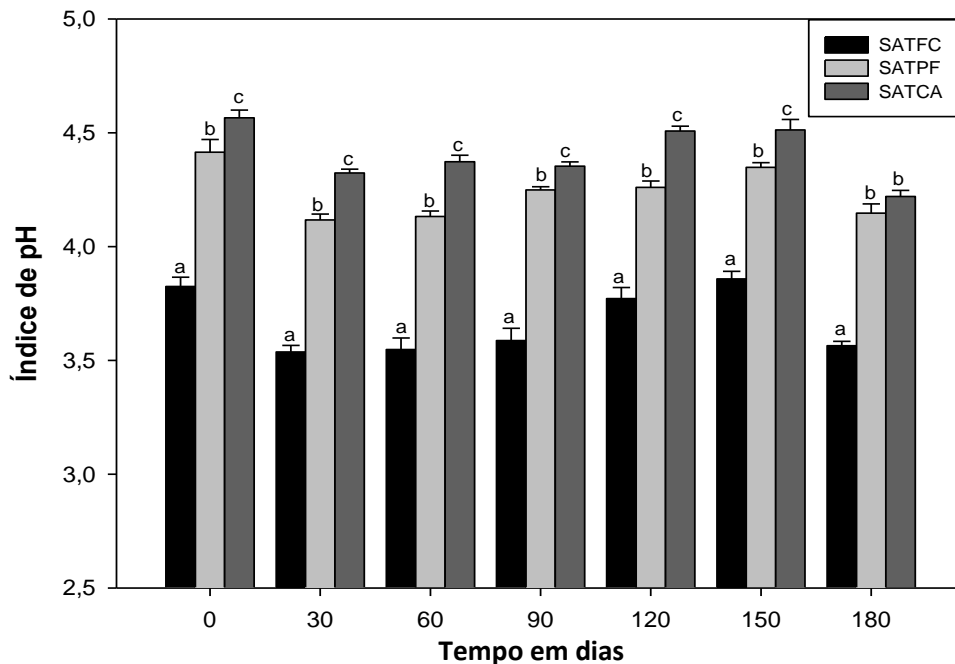
Estudos realizados evidenciam que a deficiência de qualquer um desses elementos, dependendo do mineral, causa algum tipo de disfunção biológica. Sendo assim, o fornecimento de dietas equilibradas de minerais, a animais que apresente quadro de deficiência do mesmo, elimina as intercorrências orgânicas anteriormente observadas. Portanto, os efeitos de um mineral no organismo não podem ser supridos por outro (NRC, 2011).

Em relação aos teores de cálcio e fósforo encontrados neste trabalho podem associar as baixas concentrações destes elementos nas silagens à reduzida porção óssea e escamas utilizadas no processo de elaboração do material em estudo, sendo esses materiais possuidores de teores relativamente elevados destes constituintes na forma de fosfato tricálcico e carbonato de cálcio (SALES, 1995). Trabalho realizado por Borghesi e Oetterer (2004) apresentou valores para cálcio e fósforo variando de 7,33 a 8,58% e 2,86 a 4,85%, respectivamente, valores bem acima dos encontrados nesta pesquisa. Porém, trabalhos realizados por Berenz (1994) apresentaram valores de 1,54% para Ca e 1,06% para o P próximos aos encontrados nessa pesquisa. Segundo Stone e Hardy (1986) avaliando os teores de cálcio e fósforo de algumas espécies de peixes, chegaram ao consenso que estes elementos possuem ocorrências extremamente variáveis entre as espécies e parte analisada (carne, víscera entre outros). Essas inconstâncias estão também relacionadas a fatores como sexo, idade e teor de cálcio na água.

5.7 Avaliação da qualidade físico-química durante o período de armazenamento.

5.7.1 Determinação do pH

O resultados das medidas de pH nas silagens ao longo do tempo de estocagem estão apresentadas a seguir.



Os valores constituem-se em média de três repetições \pm desvio padrão; letras iguais no mesmo período não diferem significativamente $p < 0,01$ entre as silagens. SATFC (Ac. fórmico + Ac. cítrico), SATPF (Ac. propiônico + Ac. fórmico) e SATCA (Ac. cítrico + Ac. acético).

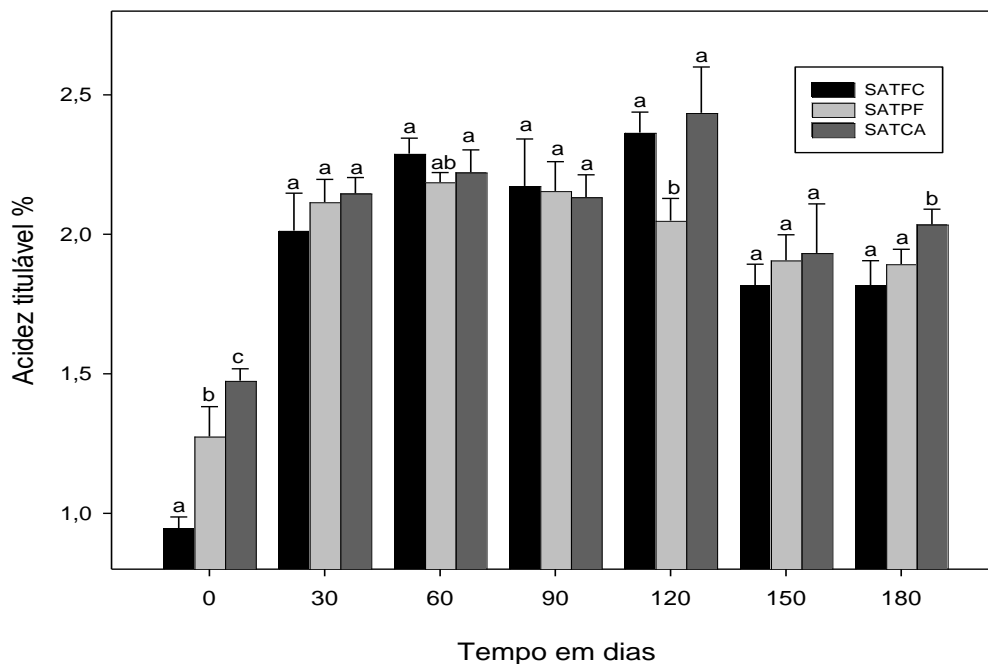
Figura 5. Variação do pH das silagens co-secas ao longo do período de armazenamento.

Os resultados obtidos nesta pesquisa para os valores do potencial hidrogeniônico variaram de (3,82 a 3,56), (4,41 a 4,14) e (4,57 a 4,22) para cada tratamento, podendo ser observado um decréscimo em relação aos valores iniciais e finais em todos os tratamentos respectivamente. Os tratamentos que utilizaram combinação de ácido propiônico/cítrico e cítrico/acético não apresentaram diferenças significativas no último período quando comparados, diferentemente do tratamento que utilizou fórmico/propiônico apresentando diferença em relação aos demais tratamentos conforme observado no gráfico acima. Apesar de os dois (SATPF, SATCA) dos três tratamentos apresentarem valores acima do pH 4,0, diversos trabalhos apresentam variações semelhantes e vários autores concordam

que a estabilidade da silagem dependerá da manutenção do pH inferior a 4,5 (BELLO, 2004); (LIEN et al., 2000).

5.7.2 Determinação da acidez titulável

Os resultados do índice de acidez titulável das silagens co-secas ao longo do período de armazenamento estão apresentados na Figura 6.



Os valores constituem-se em média de três repetições \pm desvio padrão; letras iguais no mesmo período não diferem significativamente $p < 0,01$ entre as silagens. 1SATFC (Ac. fórmico + Ac. cítrico), SATPF (Ac. propiônico + Ac. fórmico) e SATCA (Ac. cítrico + Ac. acético).

Figura 5. Variação do índice de acidez titulável das silagens co-secas ao longo do período de armazenamento.

Os valores nos índices de acidez variaram entre 0,95 a $2,29 \pm 0,36\%$, 1,28 a $2,19 \pm 0,31\%$ e 1,48 a $2,43 \pm 0,30\%$, após as análises estatísticas os resultados obtidos para os tratamentos, não foi observado diferenças significativas nos primeiros 90 dias, quando analisado as amostras no período 120 dias o tratamento que recebeu ácido propiônico/fórmico diferenciou-se dos outros tratamentos, da mesma forma, ocorreu com o tratamento que utilizou ácido cítrico/acético que no período de 180 dias apresentou diferenças significativas em relação aos outros grupos, podendo ser visualizado no gráfico acima.

Os valores encontrados respectivamente neste estudo estão em consonância com os obtidos por (VIDOTTI; GONÇALVES, 2011) com média de $1,47 \pm 0,17$, em pesquisa utilizando resíduos de tilápia para elaboração de silagem. Estes valores mais baixos estão relacionados aos tipos de ácidos utilizados orgânicos e/ou inorgânicos, proporções ou ainda mistura dos mesmos. Trabalho realizado por (JUNIOR et al., 2013) na preparação de silagem biológica de pescado utilizando resíduos de bico-de-pato (*Surubim lima*) encontraram resultado para o índice de acidez titulável de $10,95 \pm 0,871$, bem acima dos evidenciados nesta pesquisa a qual pode ser atribuída ao processo de fermentação utilizado.

Segundo o (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008) a elevação da acidez pode indicar que óleo ou gordura presente em determinado produto está sofrendo quebra em sua cadeia lipídica. Sendo assim, é de fundamental importância a avaliação dos parâmetros de acidez para o acompanhamento do estado de deterioração dos alimentos que contenham lipídios em sua composição.

5.8 Análise microbiológica das silagens ácidas de resíduos de tambaqui no período de estocagem.

Segundo Gava (2008), os bolores também são conhecidos por mofos, apresentando-se como fungos filamentosos. Ainda segundo o autor, as leveduras apresentam-se na forma de fungos unicelulares, também conhecidos popularmente como fermentos, sendo ambos, amplamente distribuídos na natureza, podendo ser encontrados no solo, superfícies de vegetais, pele de animais, no ar e na água.

Segundo Jay (2005) o pH pode afetar de dois modos a célula microbiana viva: atuando no funcionamento enzimático e interferindo no transporte de nutrientes para o interior da célula. A membrana citoplasmática apresenta-se relativamente impermeável a entrada dos íons H^+ e OH^- . Porém, em estado não dissociado, os ácidos orgânicos de baixo peso molecular adquirem habilidades de migrarem para o interior das células microbianas penetrando de forma passiva (Russell, 1992).

O acompanhamento da qualidade microbiológica das silagens foi realizado por um período de 180 dias. A contagem de bactérias aeróbias mesófilas conforme Tabela 5 apresentou oscilação entre $2,3 \times 10^2$ e 10^2 UFC. g^{-1} não sendo significativa a variação durante o período analisado, considerando que foi decrescente até o final

do experimento. Quando observados os resultados de coliformes totais constatou-se uma pequena contagem no período inicial de $9,1\text{NMP.g}^{-1}$, mas que também foi eliminada ao longo do tempo.

Tabela 5. Resultados das análises microbiológicas da silagem ácida de resíduos do beneficiamento de tabaqui (matéria-seca).

Tempo (dia)	Coliformes Totais (NMP.g ⁻¹)			Coliformes termotolerantes (NMP.g ⁻¹)			Mesófilos (UFC.g ⁻¹)			Fungos (UFC.g ⁻¹)			<i>Salmonella</i> spp.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	N	N	9,1	N	N	N	<10	<10	$2,3 \times 10^2$	<10	<10	<10	A	A	A
30	N	N	N	N	N	N	<10	<10	1×10^2	<10	<10	<10	A	A	A
60	N	N	N	N	N	N	<10	<10	Neg.	<10	<10	<10	A	A	A
90	N	N	N	N	N	N	<10	<10	Neg.	<10	<10	<10	A	A	A
120	N	N	N	N	N	N	<10	<10	Neg.	<10	<10	<10	A	A	A
150	N	N	N	N	N	N	<10	<10	Neg.	<10	<10	<10	A	A	A
180	N	N	N	N	N	N	<10	<10	Neg.	<10	<10	<10	A	A	A

1 =Ácido fórmico/cítrico (SATFC); 2 =ácido propiônico/fórmico (SATPF);3 =ácido cítrico/acético (SATCA).

NMP.g⁻¹: Número Mais Provável por grama; UFC.g⁻¹: Unidade Formadora de Colônia por grama; N=negativo; A=ausente.

Todas as variações foram observadas apenas no tratamento que utilizou ácido cítrico e acético, nos primeiros 30 dias. Para os demais tratamentos não foram constatadas contaminações iniciais, nem ao longo do tempo. Segundo Ballaris (2009), uma concentração elevada de bactérias mesófilas, pode indicar falta de higiene na manipulação do produto (limpeza e sanitização), procedimento incorreto no armazenamento ou matéria-prima com altos níveis de contaminação. Portanto a contagem de bactérias mesófilas permite ampla visão das condições higiênico-sanitárias pelo qual o material foi submetido.

Estudos realizados por Oliveira et al. (2006) analisando silagem ácida acrescida de ácido fórmico, produzida a partir de resíduos de tilápia do Nilo oriunda de filetagem, constataram que no primeiro dia ocorreu crescimento de $1,2 \times 10^5$

bactérias mesófilas/g,e $2,4 \times 10^2$ /g coliformes totais, no entanto não foram constatadas a presença de coliformes no final do período de armazenamento.

Segundo Boscolo et al. (2010), a silagem de pescado, elaborada a partir de resíduos, com adição de 5% de ácido acético, pôde ser estocada por um período de 201 dias sem o desenvolvimento de *Salmonella* spp. ou outros coliformes. Resultados estes, que corroboram com os encontrados nessa pesquisa. Tendo em vista, que os demais parâmetros analisados tais como *Samonella* spp., NMP de coliformes totais e fecais, fungos filamentosos e leveduras, não foram encontrados nos tratamentos com as combinações de ácido fórmico/cítrico e ácido propiônico/fórmico. Provavelmente a proporção de 3% foi eficaz, tanto nas concentrações dos ácidos, quanto nas combinações utilizadas nesta pesquisa.

Beerli; Beerli; Logato (2015) em pesquisa realizada com silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), utilizando ácido muriático em substituição ao ácido fórmico não encontraram resultados positivos para coliformes totais, resultados esses que corroboram com esta pesquisa.

Resultados encontrados em trabalhos realizados por Carmo et al. (2008), fungos e leveduras foram ausentes em silagens com adição de ácido acético, fórmico e propiônico analisadas após 20 dias de estocagem. Resultado semelhante ao encontrado nesta pesquisa, quando analisado a presença de fungos para a silagem com mistura de ácido cítrico e acético no período 0 e 30 dias. Contudo, não foram observados presença de leveduras em todas as amostras em todos os períodos analisadas. Entretanto, Boelter (2010) quando analisando a farinha de silagem de sardinha na formulação de rações para camarões, detectou a presença de bolores e leveduras a partir da 12^a semana em todas as rações formuladas.

A qualidade da silagem se dá pelo manuseio adequado e principalmente pelo rebaixamento do pH tornando o ambiente inapropriado ao desenvolvimento microbiano, pois JAY (2005) afirma que as silagens quando elaboradas corretamente apresentam-se livres de patógenos e com boa qualidade microbiológica.

6.CONCLUSÃO

A silagem ácida de resíduo de tabaqui apresentou característica pastosa e homogênea, de fácil elaboração e baixo custo.

Todos os tratamentos apresentaram elevado teor protéico e lipídico em suas composições, com alto valor energético.

Observou-se a presença de todos os aminoácidos essenciais, sendo a lisina, leucina, isoleucina e valina os que apresentaram os maiores valores, respectivamente.

As silagens apresentaram teores de aminoácidos essenciais que podem atender as recomendações sugeridas pelo NRC (2011) para dietas de trutas arco-íris e salmão do pacífico, exceto nos níveis de histidina e a metionina.

As análises microbiológicas mostraram boa estabilidade das silagens, durante todo o processo e final do armazenamento.

Os resultados indicam uma possível utilização da silagem elaborada a partir de resíduos do processamento de tabaqui na elaboração de ração para cultivo de animais de pequeno e médio porte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo de composição da presente pesquisa, a elaboração e preparo da silagem ácida de tambaqui (*Colossoma macropomum*) compreendeu uma série de etapas que culminaram em um produto de fácil preparo, conforme afirmação de diversos autores Ottati et al. (1999) Vidotti (2001); Goddard;Perret, (2005) e Vidotti; Gonçalves (2006). Sendo obtido um produto pastoso-líquido de cor marrom claro e um aroma ácido característico. Contudo, devido à alta concentração de lipídios presentes nas vísceras, foi possível observar uma difícil diminuição da concentração de água no processo de transformação dos resíduos em silagem, o que foi amenizada com a realização da secagem artificial em dois períodos. Em igual medida, a remoção parcial dos lipídios foi auxiliada pelo processo de peletização, pois, o material sofreu prensagem para sua transformação em pellet. A utilização deste material pode trazer vantagens econômicas para as industriais, além de reduzir os problemas com descartes de resíduos no meio ambiente, material este de difícil assimilação.

Os resultados encontrados apontam para uma possível utilização da silagem ácida de resíduo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) na elaboração de ração para alimentação animal. Entretanto, mais pesquisas são necessárias devido à heterogeneidade do pescado existente na região. Estudos de digestibilidade devem levar em consideração a avaliação do desempenho e ganho de peso. Outro fator importante a ser considerado é a determinação da quantidade de silagem a ser adicionada na formulação. Sendo assim, a silagem concorre a uma solução de fácil manejo e apresenta-se como fonte nutricional de ótima qualidade para utilização pelos empresários amazônicos.

REFERÊNCIAS

- AL-MARZOOQI, W. et al. The effect of feeding different levels of sardine fish silage on broiler performance, meat quality and sensory characteristics under closed and open-sided housing systems. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n. 12, p. 1614-1625, 2010.
- AGUIAR, Gean Pablo Silva; GOULART, Gilberto Alexandre Soares. Produção de óleo e farinha a partir de coprodutos de pescado provenientes da bacia Tocantins-Araguaia. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 1, n. 11, 2014.
- ARAUJO-LIMA, C.; GOMES, L. C. O tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (Ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria, Ed. Da UFSM, 2005. Cap. 8. P. 175-202.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, Michael. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. **Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia**, 1998.
- ARRUDA, Lia Ferraz de et al. Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 26, n. 4, p. 749-753, 2006.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. AOAC International, 2005.
- ASCHE, Frank; TVETERÅS, Sigbjørn. On the relationship between aquaculture and reduction fisheries. **Journal of Agricultural Economics**, v. 55, n. 2, p. 245-265, 2004.
- BALLARIS, A.L. Contagem total de psicrófilos, mesófilos, termófilos, bolores e leveduras em placas. Campos de Botucatu: **FMVZ-UNESP**. 2009. Disponível em <http://dgta.fca.unesp.br/carnes/alunos%20pg/veterin%c3%a1ria/roca202.pdf>, acesso em: 24/04/2015.
- BARRAL, A. O. et al. Ensilados ácidos de pescado. **La Industria Cárnica**, v. 17, n. 76, p. 43-47, 1989.
- BATISTA, Vandick da Silva; PETREIRE JÚNIOR, Miguel. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 1, p. 53-66, 2003.
- BEERLI, Eduardo Lopes; BEERLI, Karla Michalsky Carvalho; LOGATO, Priscila Vieira Rosa. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. 2015.
- BELLO, R. A. Experiências com ensilado de pescado em Venezuela. **Instituto de Ciências y Tecnología de Alimentos**. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/livestock/aphp134/cap1.htm>>. Acesso em: 28 Jan. 2015.
- BENITES, CIBELEM IRIBARREM. **Farinha de silagem de resíduos de pescado: Elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies**. Rio Grande, 2003. 168 p. 2003. Tese de Doutorado. Dissertação Mestrado) -Fundação Universidade Federal de Rio Grande, RS.
- 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.
- BERENZ, Z. Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. **Taller Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería**. FAO. La Habana, Cuba, del, v. 5, 1994.

BOBBIO, Paulo A.; BOBBIO, Florinda Orsatti. Química do processamento de alimentos. **3 ed.** Varella: São Paulo. 2001. p. 41-44.

BOELTER, Juliana Ferreira et al. **Obtenção, caracterização e utilização de farinha de silagem de sardinha na formulação de rações para camarão.** 2010.

BOELTER, J. F.; Pereira A. C. S. C.; PRADO, J. P. S.; SOBRINHO, D. C.; MOTTA, A. L. V.; CAVALHEIRO, J. M. O. **Caracterização química e perfil aminoacídico da farinha de silagem de resíduos de sardinha**, Programa de Pós-Graduação de Ciência e Tecnologia de Alimentos– Universidade Federal da Paraíba ISSN 1983-4209 - Volume 05– Número 01 – 2011.

BORGHESI, R. et al. Apparent digestibility coefficient of protein and amino acids of acid, biological and enzymatic silage for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 14, n. 3, p. 242-248, 2008.

BORGHESI, Ricardo; DE ARRUDA, LIA FERRAZ; OETTERER, Marília. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 2, 2007.

BORGHESI, R. **Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácida, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).** 2004. 108f. 2004. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, SP.[Links].

BOSCARDIN BORGHETTI, Nadia Rita et al. **Aquicultura: uma visão geral sobre a produção de organismos aquáticos no Brasil e no mundo.** 2003.

BOSCOLO, Wilson Rogério et al. Avaliação microbiológica e bromatológica da silagem ácida obtida de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, p. 515-521, 2010.

BOSSCHER, Donwina et al. In vitro availability of zinc from infant foods with increasing phytic acid contents. **British Journal of Nutrition**, v. 86, n. 02, p. 241-247, 2001.

BOWER, C. K.; HIETALA, K. A. Acidification methods for stabilization and storage of salmon by-products. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 17, n. 4, p. 459-478, 2008.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A CAN J BIOCHEM PHYSIOL. **A Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BRASIL. Ministério de Agricultura e Abastecimento. Departamento de Fiscalização e Fomento Animal. **Compêndio brasileiro de alimentação animal.** Brasília, 1998. 120p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil** 2010. Brasília: MPA, 2012. 128p.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim da Pesca e Aquicultura: Portal Brasil** – Publicado 28/03/2013, 15:46. www.arinos.mg.gov.br/.../95-producao-de-pescado-no-pais-cresce-incen....

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Semana do Peixe populariza consumo de pescado no País**. 2014. Disponível em: < <http://www.mpa.gov.br/ultimas-noticias/382-semana-do-peixe-populariza-consumo-de-pescado-no-pais>>. Acesso em: 22 jan. 2015.

CARMO, Juliana Ribeiro et al. **Caracterização de silagens ácidas de resíduos de tilápia** (*Oreochromis niloticus*). 2008.

CARVAJAL, G. Fundamentos de La tecnología de ensilados. **Procesamiento de Ensilado de Pescado. ITP/JICA, XIV Curso Internacional Tecnología de Procesamiento de Productos Pesqueros**, p. 1-15, 1998.

CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto de et al. Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia-do-nylo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2006.

CYRINO, JEP. **Condicionamento alimentar e exigências nutricionais de espécies carnívoras: desenvolvimento de uma linha de pesquisa**. 2000. 200p. 2000. Tese de Doutorado. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.[Links].

CHENG, Zongjia J.; HARDY, Ronald W.; USRY, James L. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. **Aquaculture**, v. 215, n. 1, p. 255-265, 2003.

DAUKŠAS, Egidijus et al. Composition of fatty acids and lipid classes in bulk products generated during enzymic hydrolysis of cod (*Gadus morhua*) by-products. **Process Biochemistry**, v. 40, n. 8, p. 2659-2670, 2005.

DIAS, Reinaldo. Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade. In: **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. Atlas, 2011.

DIAS, M. do C. O. (Coord.) **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Banco do Nordeste, 1999.

DISNEY, J. G.; JAMES, D. **Fish silage production and its use. Papers presented at the Indo-Pacific Fisheries Commission Workshop on Fish Silage Production and Its Use, Djakarta, Indonesia, 17-21 September 1979**. 1980.

DISNEY, J. G.; TATTERSON, I. N.; OLLEY, J. Recent developments in fish silage. In: **Conference on the Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish, 1976. Proceedings. London: Ministry of Oversea Development**. 1977. p. 321-340.

EL-SAYED, Abdel-Fattah M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v. 179, n. 1, p. 149-168, 1999.

EDER, Angelika. **Talassoterapia em casa**. Editora Pensamento, 1998.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. A aquicultura e a atividade pesqueira. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=aquic:::27>. Acesso em: 20 Ago 2013.

FAGBENRO, O. A. DRIED FERMENTED FISH SILAGE IN DIETS FOR OREOCHROMIS - NILOTICUS. **Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh**, v. 46, n. 3, p. 140-147, 1994.

FARBENRO, O.; JAUNCEY, K. Water stability, nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. **Aquacultural Engineering**, v.14, p. 143-153, 1995.

FARFAN, Jaime Amaya. **Química de proteínas aplicada à ciência e tecnologia de alimentos**. UNICAMP, 1994.

FERRAZ DE ARRUDA, Lia. Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos. **Univ. Sao Paulo. Brasil. Dissertação apresentada para obter o título de Mestre em Ciências. (ativo Dezembro, 2007)** <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-05112004-142653>, 2004. Acesso em: 15/03/2015.

FIORI, Marciane Gorete Silvestro et al. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental**, v. 5, n. 3, p. 178-191, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Food outlook: biannual report on global food markets. **Rome: FAO**, 2013. 134p. [[Links](#)]

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The state of world fisheries and aquaculture 2012. **Rome: FAO**, 2012. 209p. [[Links](#)]

FURUYA, W. M. **Digestibilidade aparente de aminoácidos e substituição da proteína da farinha de peixe pela do farelo de soja com base em proteína ideal em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2000. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu.

FRACALOSSO, D. M.; CYRINO, J. E. P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. **Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**, 2012.

FREITAS, C. E. C. Recursos Pesqueiros Amazônicos: Status Atual da Exploração e Perspectivas de Desenvolvimento do Extrativismo e da Piscicultura. **O futuro da Amazônia. Dilemas, oportunidades e desafios no limiar do século XXI**. Belém-PA: EDUFPA, p. 101-129, 2002.

GALVIS, G. et al. Peces del Medio Amazonas. Región de Leticia. Serie de Guías Tropicales de Campo No. 5. Conservación Internacional. **Editorial Panamericana, Formas e Impresos: Bogotá, Colombia**, 2006.

GANDRA, André Lima. O mercado de pescado da região metropolitana de Manaus. **Montevideu: Infopesca**, 2010.

GAVA, Altanir Jaime; SILVA, Carlos Alberto Bento; FRIAS, Jenifer Ribeiro Gava. **Tecnologia de alimentos**. NBL Editora, 2008.

GEUS, JAM; LIMA, I. A. Análise de coliformes totais e fecais: Um Comparativo entre técnicas oficiais VRBA e Petrifilm EC aplicados em uma indústria de carnes. **Anais do II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais**, 2006.

GILDBERG, Asbjørn. Enzymes and bioactive peptides from fish waste related to fish silage, fish feed and fish sauce production. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 13, n. 2, p. 3-11, 2004.

GODDARD, J. S.; PERRET, J. S. M. Co-drying fish silage for use in aquafeeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 118, n. 3, p. 337-342, 2005.

GODDARD, J. S.; AL-YAHYAI, D. S. S. Chemical and nutritional characteristics of dried sardine silage. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 10, n. 4, p. 39-50, 2001.

GONÇALVES, José Fernando et al. The use of fish silage as an ingredient for eel fingerling nutrition. **Aquaculture**, v. 80, n. 1, p. 135-146, 1989.

GONÇALVES, L. U.; VIEGAS, E. M. M. Produção, caracterização e avaliação biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia-do-nilo. **Arq. Bras. Med**, v. 59, n. 4, p. 1021-1028, 2007.

GOULDING, Michael; CARVALHO, Mírian Leal. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important Amazonian food fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 1, n. 2, p. 107-133, 1982.

GUILHERME, Ricardo de figueiredo; CAVALHEIRO, José Marcelino Oliveira; DE SOUZA, Petrônio Augusto Simão. Caracterização química e perfil aminoácídico da farinha de silagem de cabeça de camarão. **Ciênc. agrotec.**, v. 31, n. 3, 2007.

GREEN, S.; WISEMAN, J.; COLE, D. J. A. Examination of stability, and its effect on the nutritive value, of fish silage in diets for growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 21, n. 1, p. 43-56, 1988.

HAARD, N.F., KARIEL, N.,HERZBERG, G., FELTHAM, L.A.W., WINTER, K. Stabilization of protein and oil in fish silage for use as a ruminant feed supplement. **J. Sci. Food Agric.**, v.36, p.229-241, 1985.

HAMMOUMI, A. et al. Characterization of fermented fish waste used in feeding trials with broilers. **Process Biochemistry**, v. 33, n. 4, p. 423-427, 1998.

HERAS, H.; MCLEOD, C. A.; ACKMAN, R. G. Atlantic dogfish silage vs. herring silage in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*): growth and sensory evaluation of fillets. **Aquaculture**, v. 125, n. 1, p. 93-106, 1994.

HISANO, Hamilton; ISHIKAWA, Márcia Mayumi; PORTZ, Leandro. Produção de silagem ácida a partir de vísceras de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) e avaliação da digestibilidade para tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 872-879, 2012.

HUSAIN, R. A. K.; OFFER, N. W. Effect of formaldehyde treatment on the degradation of acid-preserved fish silage protein in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 16, n. 4, p. 297-304, 1987.

IAL - ZENEBON, Odair; PASCUET, Neus Sadocco; TIGLEA, Paulo. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **São Paulo: Instituto Adolfo Lutz**, p. 1020, 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). *Microorganisms in foods 4. Applications of the hazard analysis critical control point (HACCP) system to ensure microbiological safety and quality.* **Oxford: Blackwell Science**. 1988

- JAMES, M. A.; IYER, K. M.; NAIR, M. R. Comparative study of fish ensilage prepared by microbial fermentation and formic acid silage. In: **Handling, Processing and Marketing of Tropical Fish**. Tropical Products Institute London, 1977. p. 273-275.
- JAY, James M. **Microbiologia de alimentos**. Artmed, 2005.
- JANSSENS, K.; ADAMS, F. C. V.; RINDBY, A. X-ray fluorescence analysis. **Handbook of Spectroscopy**, v. 1, p. 365-420, 2003. In: GAUGLITZ, Günter; VO-DINH, Tuan (Ed.). **Handbook of spectroscopy**. John Wiley & Sons, 2006.
- JUNIOR, Valdir Aniceto Pereira; DE ARRUDA, Iza Natália Queiroz; GOULART, Gilberto Alexandre Soares. PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E NUTRICIONAL DE SILAGEM DE PESCADO PRODUZIDA POR RESÍDUOS DE BICO-DE-PATO (Sorubim lima) ORIUNDO DOS CRIATÓRIOS DA REGIÃO DO VALE DO ARAGUAIA. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 2, n. 10, 2013.
- JUNIOR, VA PEREIRA; CRUZ, P. N.; GOULART, GAS. ESTUDO DA SECAGEM DE SILAGEM DE PESCADO EM SECADOR DE BANDEJA E LIOFILIZADOR. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 3649-3656, 2014.
- KOMPIANG, I. P.; ILYAS, S. Fish silage, its prospect and future in Indonesia. **Indonesian Agricultural Research and Development Journal (Indonesia)**, 1981.
- KUBITZA, Fernando. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. Ed. do Autor, 2000.
- KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aquicultura**, v. 16, n. 94, p. 23-29, 2006.
- KUBITZA, F. et al. Panorama da Piscicultura no Brasil: Estatísticas, espécies, polos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. **Panorama da Aquicultura**, v. 22, n. 132, p. 14-25, 2012.
- LIEN, L. V.; PHUNG, N. T.; LY, L. V. Ensiled fish by-products as a protein supplement for fattening pigs. In: **WORKSHOP-SEMINAR MAKING BETTER USE OF LOCAL FEED RESOURCES**. 2000.
- LIMA, L.C.O.; CARVALHO, V.D. **Bromatologia - aulas práticas**. Lavras: UFLA. 1998. (apostila).
- LOVELL, R. T. **Nutrition and feeding of fish**, 2 ed. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, USA. 1998.
- MAIA JR, W. M. Distância das variações liminológicas em sistemas de criação de peixes. Campina Grande, 2003. 118 f. Tese (**Doutorado**), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.
- MAIA JR., W. M. **Silagem de pescado**. In: Anais do VII Seminário Nordestino Pecuário-PECNORDESTE (2: 62 – 106). Fortaleza/CE: Anais do PECNORDESTE 7. 2003.
- MAY, Peter Herman. Economia ecológica e o desenvolvimento equitativo no Brasil. **Desenvolvimento e Natureza: Estudo para uma Sociedade Sustentável**. Clovis Cavalcanti, organizador—São Paulo: Cortez, 1995.

- MÉRONA, Bernard de. **Pesca et ecologia dos recursos aquáticos na Amazonia**. 1993.
- MORALES-ULLOA, D. F.; OETTERER, M. Bioconversão de resíduos da indústria pesqueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 15, n. 3, p. 206-214, 1994.
- MORALES-ULLOA, Doris Floridalma; OETTERER, Marília. Composição em aminoácidos de silagens químicas, biológicas e enzimáticas preparadas com resíduos de sardinha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, n. 3, p. 252-258, 1997.
- NASCIMENTO, S. M.; FREITAS, K. F. S.; SILVA, M. V. Produção e caracterização de silagens de resíduos de peixes Comercializados no mercado público de Parnaíba-PI. Pós-Graduando do programa de Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, Brasil **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18;p. 2014.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.2011 [NRC]. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. **National Academy Press**, Washington, D. C., USA.
- NEW, M. B.; CSAVAS, Imre. The use of marine resources in aquafeeds. **Sustainable fish farming**, p. 43-78, 1995.
- OETTERER, M. **Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado: unidades modulares e polivalentes para implantação, com enfoque nos pontos críticos higiênicos e nutricionais**. Piracicaba, 1999. 196 f. 1999. Tese de Doutorado. Tese.
- OETTERER, Marília. **Industrialização do pescado cultivado**. Agropecuária, 2002.
- OETTERER, M.; BORGHESI, R. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 25, n. 2, 2007.
- OLIVEIRA, MM de et al. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico-análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1218-1223, 2006.
- OTTATI, M.; GUTIÉRREZ, M.; BELLO, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. **Arch. latinoam. nutr**, v. 40, n. 3, p. 408-25, 1990.
- OSTRENSKY, Antonio; BORGHETTI, José Roberto; SOTO, Doris. **Aqüicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca: FAO, 2008.
- PIMENTA, M. E. S. G. et al. Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do NILO (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1953-1959, 2008.
- PORTZ, L. Recentes avanços na determinação das exigências e digestibilidade da proteína e aminoácidos em peixes. **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v. 38, p. 528-542, 2001.
- RAA, Jan; GILDBERG, Asbjörn; OLLEY, June N. Fish silage: a review. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 16, n. 4, p. 383-419, 1982.
- RAA, JAN; GILDBERG, ASBJØRN. Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 11, n. 6, p. 619-628, 1976.

RAMOS, O. V.; DORADO, M. Del P.; CARO, E. O. Ensayo sobre la alimentacion de la cachama negra (*colossoma macropomum*) com pescado en acidos organico e inorganico (Fish silage). **Boletín Científico INPA**, v. 2, p. 46-61, 1994.

ROCHA, João Bosco Silva. **Utilização de tilápias de baixo valor comercial como fonte protéica na formulação de biscoito e sopas para a merenda escolar**. 2013.

RUSSELL, J. B. Another explanation for the toxicity of fermentation acids at low pH: anion accumulation versus uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 73, n. 5, p. 363-370, 1992.

SAINT-PAUL, U.; SOARES, G. M. Ecomorphological adaptation to oxygen deficiency in Amazon floodplains by serrasalmid fish of the genus *Mylossoma*. **Journal of fish biology**, v. 32, n. 2, p. 231-236, 1988.

SALES, R. O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos, 1995. 174p**. 1995. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SANTANA-DELGADO, Héctor; AVILA, Ernesto; SOTELO, Angela. Preparation of silage from Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 141, n. 1, p. 129-140, 2008.

SANTOS, NF dos. **Processamento, caracterização química e nutricional da silagem biológica de resíduos de pescado para uso em alimentação animal. 2000. 84f**. Tese de Doutorado. Dissertação (mestrado em tecnologia de alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.[Links].

SAPKOTA, Amir et al. Aquaculture practices and potential human health risks: current knowledge and future priorities. **Environment international**, v. 34, n. 8, p. 1215-1226, 2008.

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

SIDONIO, Luiza et al. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, v. 35, p. 421-463, 2012.

SILVA, Maria Fernanda Oliveira. **Produção e caracterização da silagem ácida elaborada em duas condições térmicas com resíduos do enlatamento de sardinha**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, Andréa Leme; BEGOSSI, Alpina. Biodiversity, food consumption and ecological niche dimension: a study case of the riverine populations from the Rio Negro, Amazonia, Brazil. **Environment, Development and Sustainability**, v. 11, n. 3, p. 489-507, 2009.

SILVA, Neusely Da; JUNQUEIRA, Valéria CA; SILVEIRA, Neliane FA. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. In: **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. Varela, 2001.

SILVANO, Renato AM et al. Contributions of ethnobiology to the conservation of tropical rivers and streams. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 18, n. 3, p. 241-260, 2008.

SIMÕES, D. R. S. et al. Hambúrgueres formulados com base protéica de pescado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 414-420, 1998.

SOARES, M. Gercilia Mota. **Peixes de lagos do médio Rio Solimões**. EDUA, 2007.

SORDI, Mariah et al. Os impactos ambientais decorrentes do mau gerenciamento dos resíduos da pesca no município de bayeux–pb. In: **V CONNEPI-2010**. 2010.

SUCASAS, Lia Ferraz de Arruda. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado para o desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SHANKAR, Tumuluru Jaya et al. Storage properties of low fat fish and rice flour coextrudates. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, n. 4, p. 481-490, 2010.

SHIRAI, Keiko et al. Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 28, n. 4, p. 446-452, 2001.

SPIES, Joseph R. Determination of tryptophan in proteins. **Analytical Chemistry**, v. 39, n. 12, p. 1412-1416, 1967.

STONE, Frederick E.; HARDY, Ronald W. Nutritional value of acid stabilised silage and liquefied fish protein. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 37, n. 8, p. 797-803, 1986.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.- Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011, 161 p. Disponível em:http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf Acesso em: 23/05/2015.

TATTERSON, Ian N.; WINDSOR, Malcolm L. Fish silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 25, n. 4, p. 369-379, 1974.

TUTI W.; LENGKEY, H. A. A. W.; HERIANTI, R. Utilizing waste product of tuna (*Thunnus atlanticus*) fish silage and its implementation on the meat protein conversion of broiler. **Lucrețiu și Agricultură**, v. 55, p. 83-87, 2011.

THIELMANN, C. ARCURI, E.F. Métodos Microbiológicos básicos e aplicados a leite e derivados. Cândido Tostes: EPAMIG/CT - **Instituto de Laticínios**, 1999.

VALÉRIO, ACR. **Elaboração de silagem enzimática de pescado como alternativa ao processo tradicional**. Piracicaba, 1994. 101p. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) -Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

VASCONCELOS, Margarida Maria Monteiro; MESQUISTA, MSC; ALBUQUERQUE, Sara Pinto. Padrões físico-químicos e rendimentos de silagem ácida de tilápia. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 6, n. 1, p. 27-37, 2011.

VEIT, Juliana Cristina et al. DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BOLOS DE CHOCOLATE E DE CENOURA COM FILÉ DE TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) Development and characterization of chocolate and carrot cakes with Nile tilapia (*Oreochromis.. Alimentos e Nutrição Araraquara*, v. 23, n. 3, p. 434, 2013.

VIDOTTI R.M.; GONÇALVES, G.S. **Produção e Caracterização de Silagem, Farinha e Óleo de Tilápia e sua Utilização na Alimentação Animal**. 2011. Disponibilizado em: <www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em 22 jan. de 2015.

VIDOTTI, Rose Meire; GONÇALVES, Giovani Sampaio. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. **Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Continental Instituto de Pesca-APTA-SAA. São José do Rio Preto, SP, Brasil, 2006.**

VIDOITI, Rose Meire; CARNEIRO, Dalton Jose; VIEGAS, Elisabete Maria Macedo. Acid and fermented silage characterization and determination of apparent digestibility coefficient of crude protein for pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, n. 1, p. 57-62, 2002.

VIDOTTI, R. M. **Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), 2001. 65p.** 2001. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado) - Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal.

WINDSOR, Malcolm; BARLOW, Stuart; TREPAT, Francisco Sala. **Introducción a los subproductos de pesquería.** Acribia, 1984.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; FRY, J. C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. **Journal of Analytical Methods in Chemistry**, v. 8, n. 4, p. 170-177, 1900.

ZAHAR, M. et al. Effect of temperature, anaerobiosis, stirring and salt addition on natural fermentation silage of sardine and sardine wastes in sugarcane molasses. **Bioresource technology**, v. 82, n. 2, p. 171-176, 2002.