



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
INOVAÇÃO E TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA –
CITA

SILAGEM ÁCIDA E BIOLÓGICA DE RESÍDUOS DE
PEIXES PRODUZIDOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL -
ACRE

JULYANE LOPES DE LIMA

RIO BRANCO, AC
Abril/2019

JULYANE LOPES DE LIMA

**SILAGEM ÁCIDA E BIOLÓGICA DE RESÍDUOS DE
PEIXES PRODUZIDOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL -
ACRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia, da Universidade Federal do Acre, como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Ciências e Inovação Tecnológica**.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes

RIO BRANCO, AC
Abril/2019

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

L732s Lima, Julyane Lopes de, 1988 -
Silagem ácida e biológica de resíduos de peixes produzidos na Amazônia
Occidental - Acre / Julyane Lopes de Lima; orientador: Dr. Fábio Augusto Gomes.
- 2019.
39 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-
graduação em Ciência Inovação e Tecnologia para a Amazônia, Rio Branco,
2019.

Inclui referências bibliográficas.

1. Pintado. 2. Pirapitinga. 3. Reaproveitamento. I. Gomes, Fábio Augusto
(orientador). II. Título.

CDD: 509

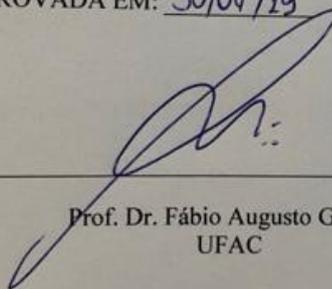
Bibliotecária: Nádia Batista Vieira CRB-11º/882.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E
TECNOLOGIA PARA A AMAZÔNIA – CITA

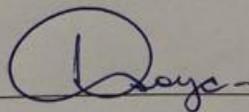
**SILAGEM ÁCIDA E BIOLÓGICA DE RESÍDUOS DE
PEIXES PRODUZIDOS NA AMAZÔNIA OCIDENTAL -
ACRE**

JULYANE LOPES DE LIMA

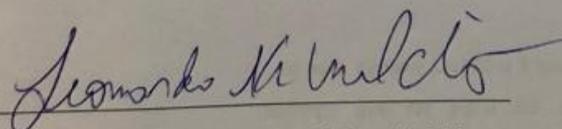
DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 30/04/19



Prof. Dr. Fábio Augusto Gomes
UFAC



Prof. Dr. Leonardo Paula de Souza
UFAC



Prof. Dr. Leonardo Augusto Kohara Melchior
UFAC

Ao meu esposo Leandro Viana, por todo o esforço que fez para me ajudar nessa caminhada, se tornando um mestre junto comigo, e aos meus pais por tudo que já fizeram por mim e continuam fazendo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao criador Deus, o centro da minha vida, por ter me sustentado em suas mãos para que eu não tropeçasse em meio as adversidades e provações, meu amparo e refúgio.

Ao meu esposo Leandro Viana por todo incentivo e apoio, tanto moral quanto financeiro para que eu conseguisse realizar esse trabalho. Pelas diversas vezes que tirou um horário do seu trabalho para poder me acompanhar até a Ufac, porque eu não conseguia realizar o experimento sozinha.

Ao meu sogro Denilso Oliveira, que me deu suporte nos momentos em que meu esposo não podia me acompanhar, e ao bolsista Felipe Mascarello pela grande ajuda que me foi dada.

Aos meus pais Francisco Rodrigues e Maria Janete, e minhas irmãs Mariane e Joane que sempre torceram pelo meu sucesso.

Ao meu orientador Fabio Augusto Gomes, pela paciência, ensino, confiança e por acreditar em meu potencial.

A fábrica de processamento de pescado Peixes da Amazônia por ceder os resíduos para o experimento.

À Universidade Federal do Acre pela oportunidade que me foi dada.

Lembre-se da minha ordem: Seja forte e corajoso, porque eu, o Senhor, o seu Deus, estarei com você em qualquer lugar para onde você for! (Josué 1:9)

RESUMO

A uma grande quantidade de resíduos gerados pelas indústrias beneficiadoras de pescado, sendo o seu descarte um grande problema de poluição ambiental. Uma alternativa é transformar esses resíduos em silagem, possibilitando a bioconversão do material, trazendo vantagens econômicas para a indústria, além de permitir o manejo do resíduo. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial bromatológico e a condição microbiológica de resíduos de filetagem de Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) submetidos a ensilagem ácida e biológica, onde foram preparadas mediante a moagem dos resíduos e adicionados 10% de ácido acético para silagem ácida, 6% de iogurte natural e 10% de açúcar comercial para biológica, sendo armazenadas em baldes em temperatura ambiente durante 45 dias. Foram realizadas análises microbiológicas para fungos e leveduras, microrganismos mesófilos totais e coliformes totais a 35°C. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. As silagens biológicas tanto de Pintado quanto Pirapitinga apresentaram maiores níveis de Proteína Bruta e Energia Bruta, o que evidencia de forma mais desejável a relação Proteína/Energia em uma possível formulação de ração, mostrando-se um potencial substituto da farinha de pescado. A ausência do crescimento de microrganismos e as características nutricionais das silagens ácidas e biológicas mostraram-se como importantes fatores do ponto de vista da segurança e qualidade alimentar.

Palavras-chave: Pintado, Pirapitinga, Reaproveitamento

ABSTRACT

A large amount of waste generated by the fish processing industries, being discarded a great problem of environmental pollution. An alternative is to transform these residues into silage, allowing the bioconversion of the material, bringing economic advantages to the industry, besides allowing the waste management. The objective of this work was to evaluate the bromatological potential and the microbiological condition of filleting residues of Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) and Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) submitted to acid and biological ensilage, where they were prepared by milling the residues and adding 10% acetic acid for acid silage, 6% natural yoghurt and 10% commercial sugar for biological, being stored in pails at room temperature for 45 days. Microbiological analyzes were performed for fungi and yeasts, total mesophilic microorganisms and total coliforms at 35 ° C. Data were submitted to analysis of variance and compared by the Tukey test at a 5% probability level. The biological silages of both Pintado and Pirapitinga presented higher levels of crude protein and crude energy, which more evidently shows the protein / energy ratio in a possible feed formulation, showing a potential substitute for fish meal. The absence of the growth of microorganisms and the nutritional characteristics of the acidic and biological silages were shown as important factors from the point of view of food safety and quality.

Keywords: Pintado, Pirapitinga, Reuse

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Moedor elétrico e resíduo triturado.....	22
Figura 2. Fluxograma das etapas para elaboração dos ensilados.....	23
Figura 3. Phmetro digital.....	24
Figura 4. Estufa ventilada.....	25
Figura 5. Coloração das silagens na terceira semana. A: Silagem ácida do pintado. B: Silagem biológica do pintado. C: Silagem ácida do pirapitinga. D: Silagem biológica do pirapitinga. (Fonte: Arquivo Pessoal).....	27
Figura 6. A: Média de pH para as repetições de silagem biológica do pintado e pirapitinga. B: Média de temperatura para as repetições de silagem biológica do pintado e pirapitinga.....	28
Figura 7. A: Média de pH para as repetições de silagem ácida do pintado e pirapitinga. B: Média de temperatura para as repetições de silagem ácida do pintado e pirapitinga.....	29

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Média geral de pH e temperatura das silagens biológica e ácida de Pintado (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>) e Pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	29
Tabela 2. Média da composição nutricional das silagens de Pintado (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>) e Pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>).....	30

LISTA DE ABREVIATURAS

AOAC	Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists
Ca	Cálcio
EE	Extrato Etéreo
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura
Kcal/kg	Quilocaloria por quilograma
Kg	Quilograma
MM	Material mineral
MS	Matéria seca
P	Fósforo
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial hidrogeniônico
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
Ufac	Universidade Federal do Acre
UTAL	Unidade de Tecnologia de Alimentos
°C	Grau Celsius

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Panorama da aquicultura em escala nacional e global.....	15
2.1.1 Importância e crescimento da Aquicultura no Brasil.....	16
2.1.2 A piscicultura na Amazônia.....	16
2.2 O valor nutricional do peixe.....	17
2.3 Resíduos sólidos da aquicultura e meio ambiente.....	18
2.4 Silagem de pescado.....	19
2.4.1 Silagem ácida.....	20
2.4.2 Silagem biológica.....	20
2.4.3 Importância e utilização da silagem.....	21
2.4.4 Pesquisas de silagem desenvolvidas no Brasil.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Localização do experimento.....	22
3.2 Procedimentos experimentais.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5. CONCLUSÕES.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações dos países em desenvolvimento, como o Brasil, é a busca pelo equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação do meio ambiente. É um setor que vem demonstrando grande potencial de desenvolvimento no Brasil é a agropecuária, que entre os anos de 2004 e 2014 apresentou crescimento de produção bovina, suína, e de frango e com destaque especial para o setor para a aquicultura (KUBITZA, 2015). A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) destaca o Brasil como o maior produtor de peixe na pesca continental na América do Sul (FAO 2018). Desta forma é visível o potencial do país para a utilização do peixe como fonte de renda.

A piscicultura na Amazônia que era vista como algo desnecessária devido à grande quantidade de recurso disponível em ambiente, teve seu crescimento por volta dos anos 80 com a produção de peixes de água doce, utilizando 17 espécies (destas três são exóticas) sendo o tambaqui, pirarucu e curimatã as mais cultivadas (RUFFINO E ROUBACH, 2009). O Estado do Acre apresenta forte potencial para piscicultura, apresentando um potencial de produção de alevinos, voltando sua produção em grande parte para as espécies curimatã, tambaqui e tilápia (SUFRAMA, 2003). Em Cruzeiro do Sul a piscicultura é praticada, sendo por monocultura ou policultura, cultivando cinco espécies de peixes e um híbrido denominado tambatinga (SARAH et al., 2013).

Uma preocupação em relação a cadeia produtiva dos pescados é a grande quantidade de resíduos sólidos gerados, pois cerca de 25% da produção em alguns países é descartado como resíduo, devido à falta de infraestrutura, escassez de investimento, falta de conhecimento ou ainda acesso limitado as tecnologias FAO (2016). O fato é que mesmo resolvendo todos esses problemas é inevitável que no final da produção exista material para ser descartado. É responsabilidade do produtor buscar meios de garantir que a atividade exercida não esteja poluindo o meio ambiente, desta forma realizando um trabalho que assegure o crescimento econômico de acordo com as leis ambientais.

Dentre as formas de controlar os impactos gerados pelos resíduos é a reutilização destes compostos, seja na forma de óleo, silagem, farinha de pescado além de outros derivados (LIMA, 2013). Além de reduzir o impacto causado ao meio ambiente pelos detritos, reutilizar pode também gerar economia. Dentre as formas de reutilizar os detritos de peixes a silagem é apontada por Pinto et al. (2017) como uma das melhores opções,

pois possui um processo de fabricação e melhor qualidade nutricional que a farinha de peixe por exemplo.

A Silagem e demais métodos de aproveitamento dos resíduos sólidos representam fortes alternativas para a sustentabilidade nas atividades de piscicultura. Portanto conhecer a composição destes coprodutos é uma importante ferramenta para os produtores, para que apliquem de uma forma mais rentável. O valor nutricional da silagem pode estar diretamente relacionado a espécie dos indivíduos ou ainda nas partes utilizadas (cabeça, intestino, resíduos que sobram do processamento do peixe e outros) para compor a silagem (KOMPIANG, 1981; BORGHESI et al., 2007). Backhoff (1976) detectou a diferença química de acordo com as partes utilizadas na silagem, enquanto que vários autores apontam diferenças no valor nutricional de acordo com a matéria prima utilizada (TATTERSON & WINDSOR, 1974; SEIBEL e SOUZA-SOARES, 2003).

Devido a esse alto potencial no setor de produção aquícola voltado para o peixe e aos produtos finais gerados no processamento e produção do pescado é importante avaliar o valor nutricional dos subprodutos gerados por eles, uma vez que podem ser utilizados como ração na própria piscicultura. Com isso é crescente o número de trabalhos analisando a composição destes subprodutos, dentre eles a silagem (CARMO, 2009; HISANO E BORGHESI, 2011; BATALHA, 2017). Contudo a avaliação nutricional da silagem não foi explorada totalmente, uma vez que a variedade de matéria prima (espécies e partes utilizadas) pode resultar em diferenças nos valores nutricionais.

Posto isto, este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial bromatológico e a condição microbiológica de resíduos de filetagem de Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) fornecidos pela empresa Peixes da Amazônia, submetidos a ensilagem ácida e biológica. Ressalta-se, que as questões levantadas por este trabalho se voltam para a monitoração da estilização da massa ensilada, quantificação da composição nutricional, e análise das condições microbiológicas da massa ensilada e estabilizada.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Panorama da aquicultura em escala nacional e global

O pescado de uma forma geral é considerado um importante recurso alimentar devido a quantidade e qualidades de proteínas, lipídios vitaminas e minerais presentes (SARTORI e AMANCIO, 2012). Pode ser classificado de acordo com a origem da produção sendo denominado pesca extrativa e aquicultura. A pesca extrativista é uma atividade realizada ambiental natural coletando espécies em grande maioria pertencentes aos grupos dos peixes, crustáceos e moluscos; enquanto que aquicultura é o cultivo sob condições controladas de organismos dos mesmos grupos citados para a pesca (incluindo cultivo de plantas aquáticas) de água doce ou salgada, está por sua vez pode ser classificado em: piscicultura (continental ou marinha), maricultura, algicultura, ostreicultura e carcinicultura (SEBRAE, 2015).

Apesar de possuir um impacto menor em relação a produção por Kg, a aquicultura gera uma variedade de risco para o ambiente que necessitam de atenção, dentre elas estão o tratamento de resíduos, efeitos dos antibióticos utilizados, disputa entre espécies cultivadas e nativas, propagação de espécies invasoras e resíduos gerados pelas excretas dos peixes (SEBRAE, 2015).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estima que a produção de pesca e aquicultura apresentará um crescimento até 2025 em escala mundial, com um aumento de 17% comparado aos anos de 2013 a 2015 (FAO, 2016). Este processo também está previsto para a América Latina, com uma porcentagem mais elevada para este mesmo período, o valor corresponde a um aumento de 39,9% na produção aquícola. Alguns países da América latina se destacam, dentre eles o Brasil que nos últimos anos realizou investimentos que resultou em crescimento de 104% até o ano de 2015 (FAO, 2016).

Kubitza (2015) relatou que entre os períodos de 2004 á 2014 a aquicultura foi o setor com maior crescimento, comparado a setores bem expressivos no Brasil tais como a produção bovina, suína e de frango. Comprovando o potencial que o país tem para explorar este recurso, uma vez que em sua extensão territorial apresenta uma diversidade de condições ambientais permitindo uma produção de espécies de peixes diversificado. Segundo Andrade e Yasui (2003), o Brasil possui condições climáticas, hídricas e sociais

propícias ao desenvolvimento da piscicultura, extremamente importante no abastecimento do pescado, uma vez que a pesca extrativista dulcícola e marinha não é suficiente para abastecer a demanda existente no país.

No Brasil, são cultivadas cerca de 50 espécies de peixes, dentre elas espécies nativas e exóticas, essa diversidade pode ocorrer devido a interação entre fatores biológicos de cada espécie e as condições ambientais de cada local onde se cultiva (ANDRADE e YASUI, 2003). Dentre as espécies mais cultivadas no país estão a tilápias que sozinhas representam 47% da produção nacional e os peixes redondos (que agrupa espécies como o tambaqui, o pacu e o tambatinga) que juntos com a tilápia representam 83% da produção da piscicultura brasileira (SEBRAE, 2015).

2.1.1 Crescimento da aquicultura no Brasil

O peixe consiste num importante recurso para a população, principalmente das regiões Norte e Nordeste (SONODA, 2006). Isaac e De Almeida (2011) realizaram um estudo levantando o consumo de peixe nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Roraima e encontraram valores que vão de 18,3 Kg/*per capita*/ano à 294 Kg/*per capita*/ano variando conforme a proximidade com centros urbanos, sendo que o interior tende a apresentar maior consumo.

Outros estudos na região Norte também apontam elevado consumo de peixes por comunidades do interior (CERDEIRA et al., 1997) e baixo consumo para região urbana (GANDRA, 2010). Kubitz et al. (2012) ao analisar dados oficiais apontam que a Região Norte é a que menos produz, sendo as regiões Nordeste e Sul responsáveis por 61% da produção aquícola, enquanto que Centro oeste e Sudeste são responsáveis por 30%. Entretanto o setor de pesca na região Norte é promissor, uma vez que detém uma grande quantidade de água doce, diversidades de espécies e maior consumo (SIDONIO et al., 2012).

2.1.2 A Piscicultura na Amazônia

No estado do Pará, mais especificamente na microrregião Guamá a piscicultura é realizada como forma de subsistência com utilização de mão de obra familiar, carecendo de assistência técnica e financiamento (DE-CARVALHO et al., 2013). Em Rondônia, Ji-Paraná e Ariquemes se destacam por serem as regionais com maior estoque do Estado,

atingindo 39,2% e 23,7% de produção respectivamente (ANJOS et al., 2015). Enquanto algumas regiões da Amazônia apresentam bom desempenho relacionado a piscicultura, outras como Tabatinga, no Amazonas, encontra dificuldades em vários setores da produção (NAKAUTH et al., 2015).

2.2 O valor nutricional do peixe

O amplo consumo de peixe contribui com aproximadamente 17% da proteína animal consumida no mundo todo (FAO, 2018). Dentre os pescados em geral são espécies com alto valor protéico, sendo a sardinha classificada com baixo teor de gordura, e maior teor de ácidos graxos (ANDRADE et al., 2009). Estudos aponta as espécies de cachara, pacu, dourado e pintado como boas fontes de proteínas, sendo os dois primeiros ricos em lipídios, altamente recomendáveis para a alimentação (RAMOS FILHO et al., 2008).

Um estudo no estado do Ceará ao comparar o valor de colesterol de um peixe marinho, o pargo (*Lutjanus purpureus*) e dois peixes de água doce, sendo eles curimatã (*Prochilodus cearenses*) e sardinha (*Triportheus angulatus*) foi encontrado uma diferença significativa, sendo que os peixes de água doce apresentaram valores superiores ao peixe marinho (CAULA et al., 2008). Além destas espécies foi analisado também a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e das quatro espécies, sardinha e curimatã foram as que apresentaram maior valor energético, lipídio total; o pargo e a curimatã apresentaram maiores valores de proteína (CAULA et al., 2008).

A maioria dos estudos apontam valores nutricionais nas espécies de peixe como ideais para o consumo humano. Conforme Menezes et al. (2009) que estudou peixes marinhos no Estado de Alagoas, carapeba-listrada (*Eugerres plumieri*) e a cavala (*Scomberomorus cavala*), as espécies estudadas apresentaram índices de ácidos n-6 e n-3, ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos, aterogenicidade e trombogenicidade favoráveis ao consumo alimentar em especial a cavala por seus valores elevados em alguns compostos.

A tainha e o camurim, por exemplo, se destacam pelo elevado teor de proteína, baixo teor de lipídios, além de conterem a quantidade de colesterol abaixo do recomendado para alimentação humana (MENEZES et al., 2008). Algumas espécies de peixe apesar de não apresentarem alto teor de ômega 3, são balanceados com baixo teor

de gordura saturada (SCHERR et al., 2014) considerada prejudicial em grandes quantidades para a saúde humana.

É importante destacar que em alguns casos o peixe não chega ao consumidor na sua forma natural, e que ao ser processado acaba perdendo parte dos seus nutrientes, como foi descrito pelo estudo de Oliveira (2007) que verificou o decréscimo entre o mandim (*Arius spixii*) *in natura* e beneficiado nos valores de proteína, carboidratos, lipídios, calorias, colesterol e óxidos.

2.3 Resíduos sólidos da aquicultura e meio ambiente

Os resíduos gerados pela industrialização do pescado são considerados poluentes difíceis de se descartar. No Estado da Bahia, empresas tem como principal produto o congelado inteiro do peixe e não possuem programas para descarte adequado dos resíduos gerados no processamento gerando poluição para o meio ambiente (ANDRADE et al., 2009). Vários estudos foram realizados para solucionar este problema, Feltes et al. (2010) investigaram alternativas para agregar valor aos resíduos da industrialização pesqueira, encontrando diversas alternativas para o aproveitamento do sobejo, aliando uso de tecnologias e estabelecimento do setor pesqueiro ecológico além de gerar renda para as comunidades de pescadores artesanais.

Dentre as aplicações do aproveitamento dos resíduos, podem ser citados o uso na alimentação animal, produção de fertilizantes e outros produtos químicos (CAVALCANTE JÚNIOR et al., 2005; SEIBEL e SOARES, 2003). Lima (2013) destaca o aproveitamento dos resíduos na produção de farinha de pescado, óleo de pescado e compostagem de pescado.

De acordo com Pereira e Pasinato (2015), no Brasil temos a Lei nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que tem por objetivo minimizar os prejuízos causados ao meio ambiente gerados pelos resíduos gerados pela sociedade moderna altamente consumista. Mota et al. (2009) propõe como solução para os problemas gerados pelos resíduos sólidos algo que já é amplamente discutido na educação ambiental que é redução, reutilização e reciclagem. No caso da piscicultura em especial, os métodos de redução e reciclagem não são tão viáveis, enquanto que a reutilização é o mais ideal possibilitando a ampliação da produção associado ao aproveitamento dos resíduos gerados por esta atividade.

Os resíduos de pescado podem ser aproveitados para alimentação animal, humana, ou biodiesel que é obtido a partir da reação química de óleos ou gorduras com um álcool primário, na presença de um catalisador (FELTES et al., 2010). Outras maneiras de aproveitar os resíduos é a partir da utilização da quitina extraída do exoesqueleto dos crustáceos, que é um polissacarídeo versátil e precursor da quitosana que tem sido indicada como um polímero de potencial aplicação em áreas como medicina, agricultura, meio ambiente e nas indústrias alimentícia, farmacêutica e química (ASSIS e BRITTO, 2008).

Entretanto, estas técnicas são muito limitadas, uma vez necessitam de mão de obra qualificada e um alto valor de investimento inicial. A compostagem surge como uma nova alternativa para os resíduos provenientes da pesca, porém para uma alta eficiência, ela necessita de critérios rígidos (PAIVA, 2006) como a umidade, os nutrientes, a aeração, a temperatura, o pH, os 22 tipos de compostos orgânicos existentes, a relação carbono/nitrogênio, a granulometria do material e as dimensões das leiras (BIDONE, 2001).

2.4 Silagem de pescado

A silagem de pescado é um produto líquido composto basicamente por partes de peixe ou inteiro que após ser triturado é misturado com alguns ácidos que entram em reação com as enzimas presentes no pescado se tornando uma massa orgânica liquefeita (OETTERER, 1993).

A silagem de pescado é um produto gerado por meio de uma técnica a bastante tempo que atua na preservação da matéria orgânica (SHIRAI et al., 2001). É um método bastante simples que foi adaptado da utilização de ácidos sulfúrico e clorídrico para a conservação de forragens (RAA e GILBERG, 1982).

Dentre as formas de silagem destacam-se: a silagem química, realizada com ácido mineral, mistura de ácidos, ácidos orgânicos ou mistura de orgânicos e minerais em temperatura ambiente e o material orgânico (pescado); a silagem microbiana ou biológica ocorre através da fermentação realizada por bactérias em substrato (material orgânico) rico em proteínas e lipídios com presença de carboidratos produzindo ácido lático que irão preservar a silagem; silagem enzimática, altamente seletiva, controlável e eficiente com o uso de proteases associados ao uso de carboidratos, e ácidos fórmicos junto com o material orgânico (RAA, 1982; OETTERER, 1993).

2.4.1 Silagem ácida

De acordo com Arruda e Oetterer (2005) a silagem química é preparada com matéria prima cortada em pequenos pedaços de ou moída, em seguida utilizando o ácido para liquefazer o composto, normalmente em temperatura ambiente, aguardando tempo suficiente para as transformações químicas, revolvendo a mistura para evitar putrefação. Os autores ainda afirmam que o produto final é considerado uma potencial fonte de proteína e que pode ser utilizado na alimentação animal como substituto da farinha de peixe (ARRUDA E OETTERER, 2005).

A utilização da silagem ácida de pescado tornou-se realidade e abrindo a necessidade de estudos visando a economicidade deste produto ou variabilidade de matéria prima (PIMENTA et al., 2008). Segundo Carmo (2009) é possível a utilização dos ácidos fórmico, acético ou propiônico na produção de silagens ácidas com bom valor nutricional e boa digestibilidade, desta forma podendo também ser utilizadas na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo.

Oliveira et al. (2006) verificaram o que o uso da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo como substituto da farinha de peixe na alimentação de alevinos de tilápia nilótica é viável e não ocorre prejuízos relacionados ao desempenho e mortalidade. Pretto et al. (2017) também destacam o potencial de utilização da silagem ácida de resíduos de pescado como alimentação, sendo utilizadas na alimentação de carpas juvenis potencializando o desempenho zootécnico dos animais. Ao comparar vários tipos de silagens, Nascimento et al. (2014) apontam a silagem ácida como melhor forma de aproveitamento dos resíduos de peixes, pois o produto final apresenta maior qualidade e alto potencial para utilização na alimentação animal.

2.4.2 Silagem Biológica

Na produção de silagens biológicas, utiliza-se bactérias ou leveduras, sendo que das bactérias o grupo ácido-lácticas são as mais utilizadas, este tipo de silagem apresenta várias vantagens e entre elas estão a facilidade de preparação, ausência de toxicidade e apresenta baixo custo (MACHADO, 1998).

Os níveis de inclusão de silagem biológica e também de proteína bruta influenciam o crescimento de alevinos de tilápia do Nilo (HONORATO et al., 2011). Jatobá e Oliveira Filho (2017) destacam a diminuição de poluentes e sua importância na

contribuição da renda de pescadores artesanais do litoral pernambucano. Santos (2000) destaca que a silagem biológica apresenta os níveis de concentração proteica suficiente para comercialização e após a secagem há uma elevação nos teores de nutrientes.

2.4.3 Importância e utilização da silagem

A silagem é apontada como uma alternativa para ingredientes na produção de ração voltada para a aquicultura, no qual se recomenda um estudo sobre os compostos uma vez que a composição pode variar de acordo com a fonte utilizada (BORGHESI et al., 2007), podendo variar também de acordo com a parte do peixe utilizada (BACKHOFF, 1976). A reutilização dos resíduos do pescado traz uma vantagem econômica para este setor, solucionando o problema da grande quantidade de resíduos produzidos, um material altamente poluente (ARRUDA, 2004; ARRUDA et al., 2007).

O aproveitamento dos resíduos do pescado é possível e sob a forma de silagem química resulta em um produto estável graças as suas características microbiológicas, de alto valor proteico e que não necessita de refrigeração para ser conservado (SEIBEL e SOUZA-SOARES, 2003).

2.4.4 Pesquisas de silagem desenvolvidas no Brasil

No Brasil estudos apontam a silagem biológica de filetagem de tilápia do Nilo como uma fonte de aminoácidos livres de alta qualidade bastante simples e versátil (OLIVEIRA et al., 2006). O crescente uso de despoldadeira para obtenção de carne separada mecanicamente tem como principal subproduto as vísceras, estas apresentam forte potencial para uso na produção de silagem que no país ainda é considerada um método de baixo custo, porém mais adequado a pequenas produções (HISANO E BORGHESI, 2011).

Algumas pesquisas voltadas para este coproduto no país apontam melhorias no processo através de centrifugação (ARRUDA, 2004), demonstram utilização da silagem química da pesca como substituto parcial de levedura na dieta para juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) (ENKE et al., 2009), e ainda que a silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia poder ser uma alternativa para alimentação animal (OLIVEIRA et al., 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Alimentos da Universidade Federal do Acre, localizado em Rio Branco – AC. O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais variando em torno 24,5°C, umidade relativa média do ar de 84% e a precipitação pluviométrica anual de 1.700 a 2.400 mm (ACRE, 2010).

3.2 Procedimentos experimentais

As matérias primas utilizadas na elaboração das silagens ácida e biológica constitui-se de resíduos da filetagem de Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) compostos por espinhas, nadadeiras, vísceras, cauda, escamas e cabeça, e da espécie Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) a qual foi usada apenas vísceras e guelras. Os resíduos foram adquiridos da unidade de processamento da empresa Peixes da Amazônia localizada na BR 364, município de Rio Branco – AC e transportados até o laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Federal do Acre (UFAC) onde o experimento foi conduzido.

Os resíduos foram moídos em um moedor na própria unidade de filetagem da empresa Peixes da Amazônia. Após moagem foram pesados e distribuídos em baldes de polietileno, onde cada balde (repetição) recebeu 5 Kg de resíduos de pescado.



A



B

Figura 1 - A: Moedor elétrico; B: resíduo triturado sem a adição dos compostos (Fonte: Arquivo Pessoal).

A primeira etapa da elaboração das silagens foi utilizada a espécie Pintado, a ensilagem ocorreu entre o dia 7 de maio a 21 de junho de 2018. A segunda etapa foi utilizada resíduos de Pirapitinga, que teve início de ensilagem no dia 24 de outubro a 8 de dezembro de 2018.

Com relação aos tratamentos para Pintado e Pirapitinga, foram confeccionadas silagem ácida onde utilizou-se 3 repetições para cada espécie e adicionados em cada um 10% de ácido acético como mostra a Figura 1 e, para silagem biológica foram utilizados também 3 repetições e adicionados 6% de iogurte natural (lactobacilos vivos) + 10% de açúcar comercial.

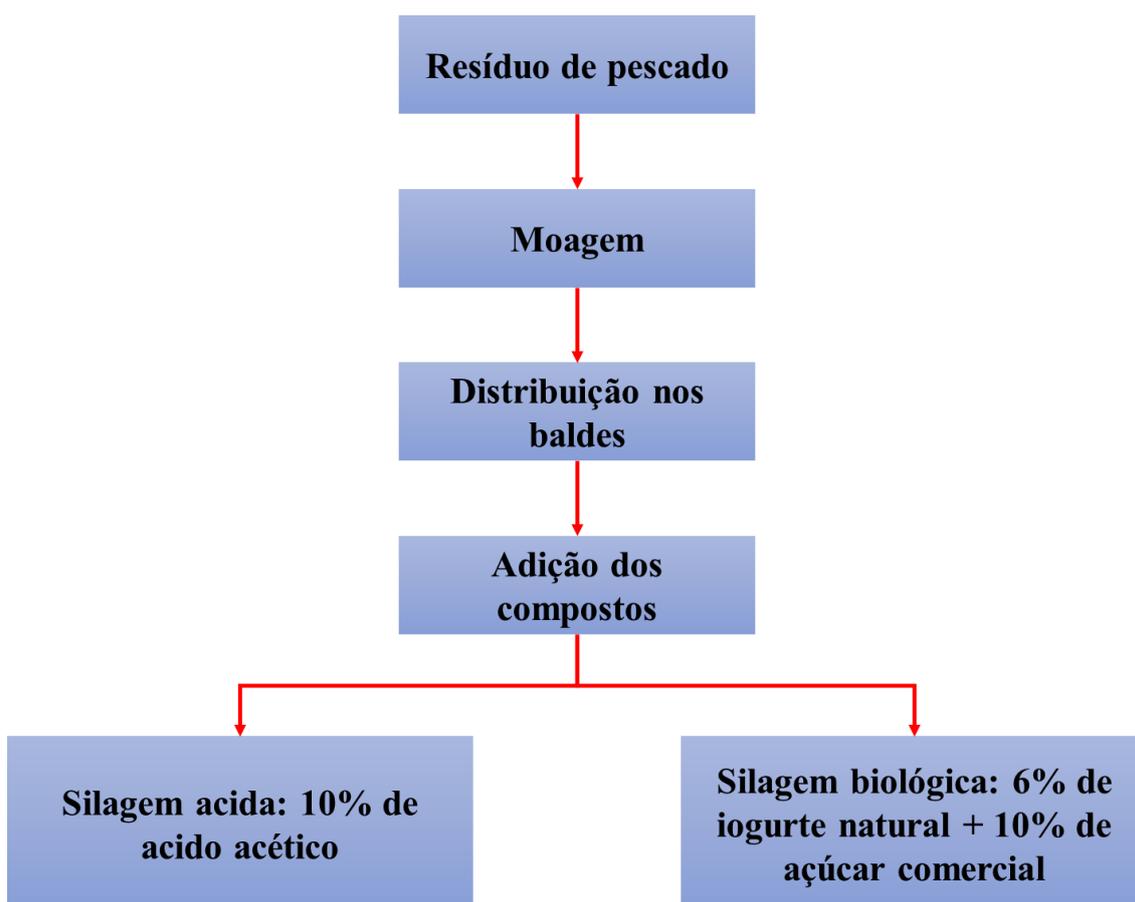


Figura 2 - Fluxograma das etapas para elaboração dos ensilados.

As silagens produzidas, representadas no fluxograma descrito na Figura 2, foram armazenadas por 45 dias à condição ambiente. Em dias intercalados as amostras foram revolvidas manualmente com uma espátula devidamente higienizada a fim de provocar o maior contato entre os agentes de preservação e a biomassa.

A observação de características visuais e de odores foram realizadas de acordo com Valério (1994) observando-se os atributos: separação de fases, coloração e odor durante todos os dias de armazenamento.

Nos dias em que as massas eram revolvidas, foram coletadas amostras para aferir o pH e a temperatura das silagens, medidas por um pHmetro digital (Figura 3), com resultados de duas casas decimais.



Figura 3- pHmetro digital (Fonte: Arquivo Pessoal).

Ao final de 45 dias foram coletadas 210g de amostras, em cada balde, e acondicionadas em vasilhames em papel alumínio, logo após foram pesadas em balança analítica e colocadas em estufa de ventilação forçada conforme a Figura 4, na Unidade de Tecnologia de Alimento (UTAL) da Universidade Federal do Acre. Depois de secas foram realizadas as análises bromatológicas: Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Energia Bruta (EB), Cálcio (Ca) e Fósforo (P), e microbiológicas: Coliformes Totais (CT), Microrganismos Mesófilos Totais (MT) e Fungos/Leveduras (FL). Todas as análises foram determinadas de acordo com a metodologia da AOAC (2000).



Figura 4 - Estufa ventilada (Fonte: Arquivo Pessoal).

As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2014), utilizando o teste de média Tukey ao nível de 5% de significância. A comparação foi realizada entre ambas as silagens dentro de cada espécie, não sendo comparada entre as espécies.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As observações de características visuais e de odores foram realizadas durante todo o período de armazenamento com a finalidade de acompanhar as alterações ocorridas nos ensilados, porém tais informações serviram tão somente como balizadores de qualidade, não sendo utilizadas como dados de avaliação.

Alguns autores (DISNEY et al., 1977; HAARD et al., 1985; ESPE et al., 1989) destacaram que a avaliação visual é de relevante importância e, juntamente com a análise química, define o tempo necessário para a comercialização do produto ensilado. Conforme foi relatado por Nunes (1999) e Raa & Gilberg (1982) o odor ácido exalado pelas silagens é um indicativo que o produto não atraiu insetos.

O aroma da silagem biológica foi de doce-acidificado, devido a adição do açúcar, que descaracteriza o aroma ácido encontrado nas silagens ácida e enzimática de acordo com o relatado por Morales-Ulloa e Oetterer (1995). O aroma da silagem ácida está relacionado ao emprego do ácido acético.

Observou-se que liquefação da massa se iniciou entre o 3º dia e aumentou até o final do experimento resultando em um produto com características líquido-pastosa, confirmando o observado por Hardy et al. (1983). Esse aspecto é resultado da contínua hidrólise protéica que acontece na silagem devido a ação das enzimas presentes no pescado, principalmente nas vísceras e/ou adicionadas (HAARD et al., 1985; KOMPIANG, 1981).

Todas as silagens ao final da terceira semana apresentaram coloração marrom (Figura 5), sendo que as silagens ácidas de Pintado e Pirapitinga apresentaram coloração mais escura, em relação as silagens biológicas. A coloração apresentada pela silagem ácida está conforme o relatado por Valério (1994), Morales-Ulloa & Oetterer (1995) e Junior e Sales (2013).

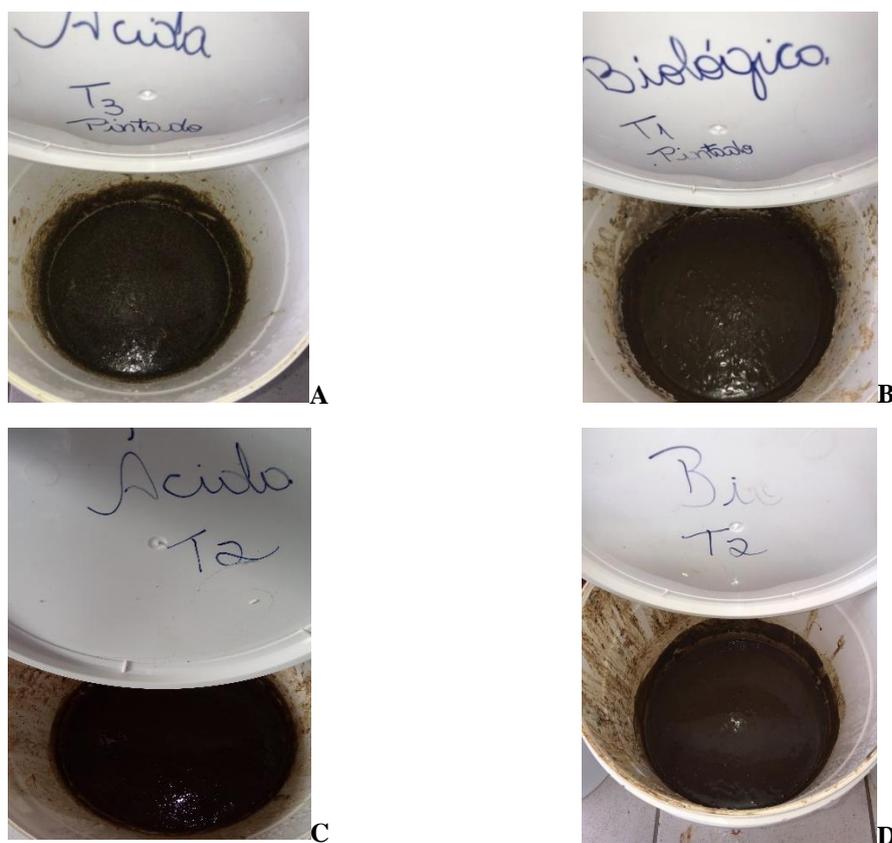


Figura 5 - Coloração das silagens na terceira semana. A: Silagem ácida do Pintado. B: Silagem biológica do Pintado. C: Silagem ácida do Pirapitinga. D: Silagem biológica do Pirapitinga. (Fonte: Arquivo Pessoal).

As silagens biológicas do Pintado apresentaram em média o pH de 4,40 (R1), 4,52 (R2) e 4,34 (R3) com temperatura média de 27,93°C (R1), 27,71°C (R2) e 27,83°C (R3). Os valores de pH de Pirapitinga foram aproximados, 4,41 (R1), 4,48 (R2), 4,40 (R3) e a temperatura média de 29,65°C (R1), 29,32°C (R2), 29,21°C (R3) conforme mostra a Figura 6. Observou-se que apesar da silagem biológica de Pirapitinga apresentar uma temperatura maior, os valores de pH foram muito próximos em relação a silagem de Pintado.

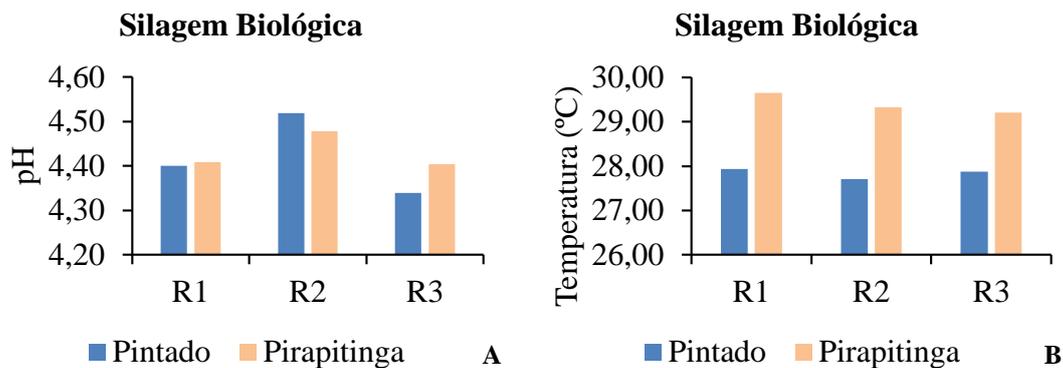


Figura 6- A: Média de pH para as repetições de silagem biológica do Pintado e Pirapitinga. 6-B: Média de temperatura para as repetições de silagem biológica do Pintado e Pirapitinga.

Alguns autores (SANTANA-DELGADO et al., 2008) testaram o efeito de duas temperaturas de armazenamento sobre a hidrólise das silagens ácidas: temperatura ambiente e 37°C, concluíram que ao armazenar a silagem a temperatura de 37°C ocorre a diminuição do tempo de hidrólise, evidenciando o efeito da temperatura nos processos hidrolíticos.

As silagens ácidas de Pirapitinga apresentaram uma temperatura maior em comparação com o Pintado, entretanto os valores de pH para o pintado foram inferiores aos valores de pH do Pirapitinga (Figura 7-A e 7-B). Além de prevenir a ação de bactérias deteriorantes e não atrair insetos, a diminuição do pH proporciona a ação de enzimas naturalmente presentes no pescado, que em geral são as pepsinas e catepsinas, originando um produto rico em peptídeos de cadeia curta e aminoácidos livres (BOSCOLO et al., 2010).

A silagem ácida do Pintado apresentou em média o pH de 4,00 (R1), 3,88 (R2) e 4,03 (R3) com temperatura média de 27,94°C (R1), 27,72°C (R2) e 27,85°C (R3). Os valores de pH do Pirapitinga foram inferiores, 3,74 (R1), 3,70 (R2), 3,69 (R3) e a temperatura média foi superior em relação ao Pintado, 29,02°C (R1), 29,94°C (R2), 29,94°C (R3). Os valores de pH encontrados para a silagem biológica seguem o padrão de estabilidade para silagem de pescado abaixo de 4,5 (HASSAN & HEATH, 1987).

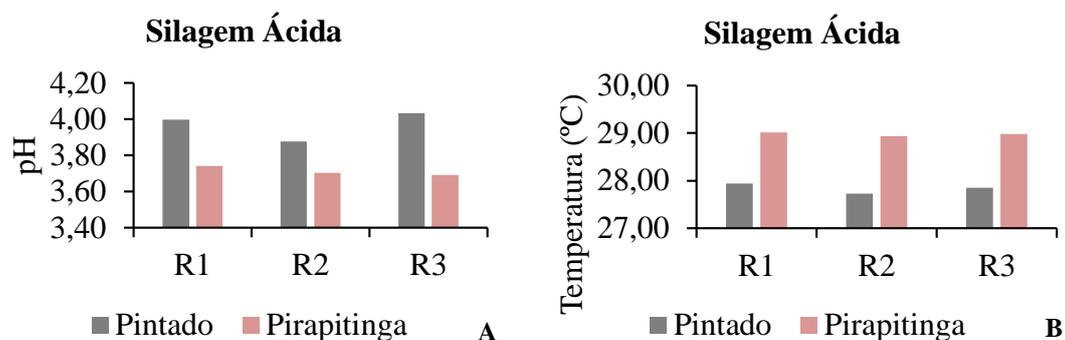


Figura 7 - A: Média de pH para as repetições de silagem ácida do pintado e pirapitinga. 7-B: Média de temperatura para as repetições de silagem ácida do pintado e pirapitinga.

Os valores encontrados de pH e temperatura para a silagem ácida estão em conformidade ao observado por Oliveira et al. (2006) nos 30 primeiros dias utilizando silagem ácida de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

De acordo com a Tabela 1 as análises estatísticas mostraram que o pH na silagem biológica de Pintado houve diferença significativa em relação a silagem ácida ($p < 0,05$), e as temperaturas no interior da massa de ambas as silagens não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) indicando em média $27,83^{\circ}\text{C}$.

O pH das ensilagens de Pirapitinga também mostraram diferença significativa ($p < 0,05$) entre biológica (4,43) e ácida (3,71), e a temperatura não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as silagens biológica ($29,39^{\circ}\text{C}$) e ácida ($28,97^{\circ}\text{C}$).

Tabela 1. Média geral de pH e temperatura das silagens biológica e ácida de Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*).

Parâmetros	Pintado (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>)		Pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>)	
	Biológica	Ácida	Biológica	Ácida
pH	4,42a	3,96b	4,43A	3,71B
Temperatura (°C)	27,83a	27,83a	29,39A	28,97a

* Médias seguidas por letras maiúsculas e minúsculas diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

* CV da silagem de Pintado: pH (5,32) e Temperatura (0,25), CV da silagem de Pirapitinga: pH (4,03) e Temperatura (4,22).

Observou-se que o pH das silagens biológicas de Pintado e Pirapitinga atingiram valores próximos ao analisado em silagem biológica de resíduos de trutas (*Oncorhynchus mykiss*), que apresentou pH de 4,4 após 12 dias de armazenagem em temperatura

ambiente conforme Hassan e Heath (1987). Estudos afirmaram que o valor do pH de uma silagem estável deve estar abaixo de 4,5 (BELLO, 1997).

Conforme a Tabela 2 os valores de matéria seca (MS) para silagem biológica e ácida de Pintado diferenciaram entre si ($p < 0,05$), assim como ocorreu para a espécie Pirapitinga. Com base no teste de medias para o conteúdo de material mineral (MM) e extrato etéreo (EE) das silagens ácida e biológica de Pintado assim como de Pirapitinga não houve diferença significativa ($p > 0,05$). A proteína bruta (PB) obtidas nas silagens biológicas (42,13%) e ácida (40,82%) de Pintado mostraram diferença significativa ($p < 0,05$), assim como as silagens ácida (41,47%) e biológica (42,92%) de Pirapitinga, sendo valores superiores ao encontrados para silagem biológica de Tambaqui (33,29%) em pesquisa realizada por Guimarães (2018).

Nas silagens ácidas para as duas espécies os valores foram inferiores aos encontrados por Silva (2016) para os tratamentos utilizando diferentes tipos de ácidos em silagens ácidas de Tambaqui (valores entre 44,31 e 44,96%). O valor de PB também foi inferior ao encontrado por Vasconcelos et al. (2011) para silagem ácida de Tilápia.

Tabela 2. Média da composição nutricional das silagens de Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e Pirapitinga (*Piaractus brachypomus*).

Parâmetros	Pintado (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>)		Pirapitinga (<i>Piaractus brachypomus</i>)	
	Biológica	Ácida	Biológica	Ácida
MS (%)	58,96a	56,80b	57,31A	55,68B
MM (%)	27,28a	28,79a	27,35A	27,03a
PB (%)	42,13a	40,82b	42,92A	41,47B
EE (%)	19,77a	18,33a	17,44A	16,99a
EB (Kcal/Kg)	3907a	3669b	3776A	3741a
Ca (%)	7,23b	8,51a	6,32B	7,01a
P (%)	3,22b	4,57a	3,06B	3,32a
Coliformes Totais (35 °C)	NS	NS	NS	NS
Micro. Mesófilos Totais	NS	NS	NS	NS
Fungos e Leveduras	NS	NS	NS	NS

* Médias seguidas por letras maiúsculas e minúsculas diferentes, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

* CV da silagem de Pintado: MS (4,25), MM (3,28), PB (4,20), EE (2,74), EB (8,42), Ca (3,91) e P (4,12).

* CV da silagem de Pirapitinga: MS (3,61), MM (2,74), PB (2,09), EE (2,45), EB (5,23), Ca (4,52) e P (3,55).

* NS – não significativo.

Hisano et al. (2012) ao trabalhar com produção de silagem ácida a partir das vísceras do surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) encontrou valores totais semelhantes para

EE, PB e MS. O valor encontrado para EE e PB foi superior ao registrado por Boscolo et al. (2010) que avaliou filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Os valores de energia bruta (EB) encontrados para Pintado foram de 3.907 Kcal/Kg, em média, para silagem biológica e 3.669 Kcal/kg, em média, para silagem ácida havendo assim diferença significativa ($p < 0,05$) entre as silagens, valores esses semelhantes encontrados por outros autores (BORGHESI, 2004; OLIVEIRA et al., 2006). Já para as silagens de Pirapitinga não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para energia bruta nas análises estatísticas.

Os valores encontrados para Cálcio (Ca) das silagens ácida de Pintado (8,51%) e Pirapitinga (7,01%) foram superiores aos encontrados em silagem ácida (valores entre 1,11% e 1,57% Ca) aplicando três ácidos diferentes à resíduos de Tambaqui (SILVA, 2016). A quantidade destes elementos em silagem ácida a partir de vísceras de surubim também foram inferiores, sendo que Ca apresentou 0,06% e P apresentou 0,27% (HISANO et al. 2012). Borghesi (2004) ao analisar a silagem biológica de Tilápia do Nilo, encontrou valores semelhantes para Ca (7,33%) e P (2,86), e também valores semelhantes para o Ca (8,03%) e P (4,71%) em silagem ácida.

Como mostrou a Tabela 2, as análises microbiológicas para as silagens biológicas e ácidas de ambas as espécies não apontaram a presença de microrganismos mesófilos, fungos, leveduras ou coliformes, caso semelhante encontrados em análises de silagem com resíduos de Tilápia do Nilo (BOLOSCO et al., 2010). A garantia de qualidade microbiológica da silagem foi conquistada graças ao baixo pH verificado em todos os dias de armazenamento. Um pH adverso afeta pelo menos de dois modos a célula microbiana viva: o funcionamento de suas enzimas e o transporte de nutrientes para o interior da célula (RUSSELL, 1992).

Oliveira et al. (2006), ao realizar análises microbiológicas em silagem ácida com resíduos da filetagem da Tilápia do Nilo, identificaram a presença de microrganismos, fungos e leveduras em estágios iniciais de crescimento a partir do 15º dia. Segundo Silva (2016) a silagem ácida de resíduos de Tambaqui utilizando ácido cítrico e acético apresentaram contaminação por microrganismos e no decorrer dos 30 primeiros dias o número decresceu, enquanto que nos outros tratamentos não houve contaminação inicial ou durante a observação. Desta forma, as silagens produzidas a partir de matéria primas e metodologias que não ocorrem contaminação, poderá indicar uma maior qualidade do produto e seu potencial para uso na alimentação de animais.

O valor nutricional das silagens está diretamente ligado a matéria prima utilizada, sendo importante a conservação dos resíduos sólidos, para que seja produzido uma silagem padronizada, de qualidade e aceita comercialmente. A estocagem por um período prolongado (mais de 45 dias) deve ser evitada, pois nesta fase já se iniciam algumas alterações, que podem comprometer a qualidade nutricional da silagem. Após 5 dias já é possível utilizar a silagem, que apresenta grande semelhança em termos de composição química-bromatológica com o material original. (AMANCIO et al., 2016).

5. CONCLUSÕES

As silagens biológicas tanto de Pintado quanto Pirapitinga apresentaram maiores níveis de Proteína Bruta e Energia Bruta, o que evidencia de forma mais desejável a relação Proteína/Energia em uma possível formulação de ração, mostrando-se um potencial substituto da farinha de pescado.

A ausência do crescimento de microrganismos e as características nutricionais das silagens ácidas e biológicas mostraram-se como importantes fatores do ponto de vista da segurança e qualidade alimentar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRE. **Zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II escala 1: 250.000: documento síntese**. Rio branco, AC: Secretaria de Estado de Planejamento: Secretaria de Estado de Meio Ambiente, 2010.
- AMANCIO, A. L. de L. et al. Valor Nutricional Da Silagem De Pescado E Utilização Na Alimentação Animal. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 10, n. 1, p. 79-93, 2010.
- ANDRADE, D. R.; YASUI, G. S. O manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.27, n.2, p.166-172, Abr/Jun, 2003.
- ANDRADE, G. de Q.; BISPO, E. da S.; DRUZIAN, J. I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no Estado da Bahia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(4): 721-726, out.-dez. 2009.
- ANJOS, M. R. et al. Piscicultura no sudoeste da Amazônia brasileira: o caso de Rondônia em 2009. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 2, 2015.
- ARRUDA, L. F. de. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- ARRUDA, L. F. de; OETTERER, M. Silagem ácida–Uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Revista de Aqüicultura e pesca**, n. 14, p. 30-33, 2005.
- ARRUDA, L. F. de; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Use of fish waste as silage: a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 5, p. 879-886, 2007.
- ASSIS, O. B. G; BRITTO, D. Processo básico de extração de quitinas e produção de quitosana a partir de resíduos da carcinicultura. **Revista Brasileira de Agrociências, Pelotas**, v.14, n.1, p.91-100, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington: AOAC, 2000.
- BACKHOFF, H. P. Some chemical change in fish silage. **J. Fd Technol**11, 353-363, 1976.
- BATALHA O. de S. **Silagem ácida de resíduos de pirarucu (*Arapaima gigas*, Schinz 1822) na alimentação de poedeiras comerciais leves**. Dissertação de Mestrado. Manaus. 2017.
- BELLO, R. A. Experiencias con ensilado de pescado en Venezuela. **FAO ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH PAPER**, p. 1-14, 1997.
- BIDONE, Francisco Ricardo Andrade. Resíduos Sólidos Provenientes de Coletas Especiais: Eliminação e Valorização. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES/RJ, 2001.

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*)**. Dissertação de Mestrado. São Paulo. 2004.

BORGHESI, R.; ARRUDA, L. F de.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba v. 25, n. 2, p. 329-339 jul./dez. 2007.

BOSCOLO, W. R. 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**, v. 31, n. 2, 2010.

CARMO, J. R. **Qualidade de silagens ácidas de resíduos de filetagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*) elaborados com ácidos orgânicos**. Dissertação de Mestrado. Minas Gerais. 2009.

CAULA, F. C. B; DE OLIVEIRA, M. P.; MAIA, E. L. Teor de colesterol e composição centesimal de algumas espécies de peixes do estado do Ceará Cholesterol content and proximate composition of some fish species from the Ceará state. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 4, p. 959-963, 2008.

CAVALCANTE JÚNIOR, V. et al. Reuso de água em um sistema integrado com peixes, sedimentação, ostras e macroalgas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, supl., p. 118-122, 2005.

CERDEIRA, R. G. P.; RUFFINO, M. L. ISAAC, V. J. Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do Lago Grande de Monte Alegre, PA- Brasil. **Acta Amazônica**. 27(3): 213-228. 1997.

DE CARVALHO, H. R. L.; SOUZA, R. A. L.; CINTRA, I. H. A. A aquicultura na microrregião do Guamá, Pará, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, V. 56, N. 1, P. 1-6, 2013.

DISNEY, J. G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J. Recent developments in fish silage. In: Conference on the handling, processing and marketing of tropical fish, London, 1976, **Proceedings**. London: Ministry of Oversea Development, p.321-340. 1977.

ENKE, D. B. S. et al. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. **Ciência Rural**, 39(3). 2009.

ESPE, M.; RAA, J.; NJAA, L.R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for Young rats. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.49, p.259-270.1989.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp. 2016.

FAO. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura**. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. 250 pp. 2018.

FELTES, M. M. C et al. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.14, n.6, p.669–677, 2010.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2014.

GANDRA, A. L. **O Mercado do pescado na região metropolitana de Manaus**. 2010.

GUIMARÃES, C. C. **Processamento, caracterização físico-química e digestibilidade da silagem biológica de resíduos de tambaqui na alimentação de poedeiras comerciais**. Dissertação de Mestrado. Manaus. 2018.

HAARD, M. F.; KARIEL, N.; HERZBERG, G. et al. Stabilization of protein and oil fish in silage for use as ruminant feed supplements. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 36, n.4, p.229-241. 1985.

HARDY, R. W.; SHEARER, K.P.; STONE, F. E. WIEG, D. H. Fish silage in aquaculture diets. **Journal of World Mariculture Society**, v.14, p.695-703, 1983.

HASSAN, T. E.; HEATH, J. L. Chemical and nutritive characteristics of fish silage produced by biological fermentation. **Biological-Wastes Working**, v. 20, n. 3, p. 187-201, 1987.

HISANO, H.; BORGHESI, R. Elaboração de silagem ácida de vísceras de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.). **Embrapa Agropecuária Oeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2011.

HISANO, H.; ISHIKAWA, M. M.; PORTZ, L. 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.

HONORATO, C. A.; STECH, M. R.; CARNEIRO, D. J. Silagem biológica de resíduos de peixe em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 9, n. 4, p. 371-377, 2011.

ISAAC, V. J.; DE ALMEIDA, M. C. El consumo de pescado en la Amazonía brasileña. **COPESCAL**, n. 13, p. I, 2011.

JATOBÁ, R. F.; OLIVEIRA-FILHO, P. R. C. SILAGEM BIOLÓGICA ELABORADA COM RESÍDUOS DE FILETAGEM DE SARAMUNETE (*Pseudupeneus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, n. 1, p. 58-68, 2017.

JUNIOR, W.M.M.; SALES, R.O. Propriedades funcionais da obtenção da silagem ácida e biológica de resíduos de pescado. Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 2, p. 126-156, 2013.

KOMPIANG, I.P. Fish Silage: its prospect and future in Indonesia. **Indonesia Agricultura Research & Development Journal**, v.3, p 1-13, 1981.

KUBITZA, F. Aquicultura no Brasil: principais espécies, áreas de cultivo, rações, fatores limitantes e desafios. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 150, jul./ago. 2015.

KUBITZA, F. et al. Panorama da piscicultura no Brasil: Estatísticas, espécies, pólos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. **Panorama da aquicultura**, v. 22, n. 132, p. 14-25, 2012.

LIMA, L. K. F. Reaproveitamento de Resíduos Sólidos na Cadeia Agroindustrial do Pescado. **Embrapa Pesca e Aquicultura**, Palmas To 2013.

MACHADO, T. M. Silagem biológica de pescado. **Panorama da aquicultura**, v. 8, n. 47, p. 30-32, 1998.

MENEZES, M. E. da S. et al. Composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos dos peixes tainha (*Mugil cephalus*) e camurim (*Centropomus undecimalis*) da Lagoa Mundaú, AL/Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 67, n. 2, p. 89-95, 2008.

MENEZES, M. E. da S. et al. Valor nutritivo de peixes da costa marítima de Alagoas, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 68, n. 1, p. 21-28, 2009.

MOTA, J. C. et al. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual. **Águas Subterrâneas**, v. 1, 2009.

MORALES-ULLOA, D. F.; OETTERER, M. Bioconversão de resíduos da indústria pesqueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, n.3, p.206-214, 1995.

NAKAUTH, A. C. S. S.; NAKAUTH, R. F.; NÓVOA, N. A. C. B. Caracterização da Piscicultura no Município de Tabatinga-AM. **Revista Igapó-Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 9, n. 2, p. 54-64, 2015.

NASCIMENTO, M.; FREITAS, K. F.; DA SILVA, M. V. Produção e caracterização de silagens de resíduos de peixes comercializados no mercado público de Parnaíba-PI. **Enciclopédia biosfera**, v. 10, n. 18, p. 2450-2458, 2014.

NUNES, M. L. Silagem de pescado. In: OGAWA, M.; E. L. **Manual de pesca**. São Paulo: livraria Varela, 1999. p.371-379.

OETTERER, Marília. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**. 5: 119-134, 1993.

OLIVEIRA, F. R. **Avaliação do valor nutricional e ocorrência de óxidos de colesterol em peixe mandim (*Arius spixii*) comercializado em Maceió-AL**. Dissertação de Mestrado. Alagoas. 2007.

OLIVEIRA, M.M. 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.

PAIVA, D. **Compostagem: Destino correto para animais mortos e restos de parição**. **Embrapa Suínos e Aves** – Concórdia – SC, 2006.

PEREIRA, A. O. K.; PASINATO, T. L. S. Riscos ambientais provocados pelos resíduos sólidos: o direito à cidadania através de políticas públicas minimizadoras. **Seminário Internacional Demandas Sociais e Políticas Públicas na Sociedade Contemporânea**, 2015.

PIMENTA, M. E. S. G.; FREATO, T. A.; OLIVEIRA, G.R. de. Silagem de pescado: uma forma interessante de aproveitamento de resíduos do processamento de peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 5, p. 592-598, 2008.

PINTO; B. V. V. O resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**. Curitiba, PR, v.2, n.2, 15, jul./dez., 2017

PRETTO, Alexandra et al. Silagem ácida de pescado na alimentação de *Cyprinus carpio*. **Agrarian**, v. 10, n. 38, p. 385-392, 2017.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish silage: a review. **Journal of the Food Science and Nutrition**, v.61, p.383-419, 1982.

RAMOS FILHO, Mendes et al. Perfil lipídico de quatro espécies de peixes da região pantaneira de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 28, n. 2, 2008.

RUFFINO, M. L.; ROUBACH, R. **A pesca e aqüicultura na Amazônia brasileira**. 2009.

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

SANTANA-DELGADO, H.; AVILA, E.; STELO, A. Preparation of silage from Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 141, n. ½, p. 129-140, Mar. 2008.

SANTOS, N. F. dos. **Processamento, caracterização química e nutricional de silagem biológica de resíduos de pescado para uso em alimentação animal**. Dissertação de Mestrado. Ceará. 2000.

SARAH, M. G. M. et al. Aspectos da atividade de piscicultura praticada por produtores rurais no Município de Cruzeiro do Sul–Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 568, 2013.

SARTORI, A. G. de O; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 19(2): 83-93, 2012

SCHERR, C. et al. Fatty Acid and Cholesterol Concentrations in Usually Consumed Fish in Brazil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 104: 152-158. 2014.

SEBRAE. **Aqüicultura no Brasil**. Série de estudos mercadológicos. 2015.

SEIBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduos do pescado marinho. **Brazilian journal of food technology**. v.6, n.2, p. 333-337, jul./dez., 2003.

SIDONIO, L. et al. Experiências internacionais aquícolas e oportunidades de desenvolvimento da aquicultura no Brasil: proposta de inserção do BNDES. **BNDES Setorial**, v. 1, n. 36, p. 179-218, 2012.

SHIRAI, K.; GUERRERO, I.; HUERTA, S.; SAUCEDO, G.; CASTILLO, A.; GONZALEZ, R.O.; HALL, G.M. Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. **Enzyme and Microbial Technology**, v.28, p. 446-452, 2001.

SILVA, M. F. da. **Elaboração e caracterização de silagem ácida de resíduos de tabaqui (*Colossoma macropomum*)**. Dissertação de Mestrado. Manaus. 2016.

SONODA, D. Y., **Demandas por pescado no Brasil entre 2002 e 2003**. Piracicaba (SP), 2006. 103 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

SUFRAMA. **Potencialidades regionais. Estudo de viabilidade econômica**. Piscicultura. 2003.

TATTERSON, I. N.; WINDSOR, M. L. Fish Silage. **J. Sci. Fd Agric**. 1974, 25, 369-379.

VALÉRIO, A. C. R. **Elaboração de silagem enzimática de pescado como alternativa ao processo tradicional**. 1994. 102p. Dissertação Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

VASCONCELOS, M. M. M.; DE MESQUITA, M. S. C.; ALBUQUERQUE, S. P. Padrões físico-químicos e rendimento de silagem de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 6, n. 1, p. 27-37, 2011.