

**UNIVERSIDADE DE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIAS**

ROBERTO ARAUJO BEZERRA

**SILAGEM BIOLÓGICA DE VÍSCERAS DE PACU (*PIARACTUS
MESOPOTAMICUS*) E PINTADO (*PSEUDOPLATYSTOMA
CORRUSCANS*)**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL**

**DOURADOS/MS
FEVEREIRO/2013**

ROBERTO ARAUJO BEZERRA

**SILAGEM BIOLÓGICA DE VÍSCERAS DE PACU (*PIARACTUS
MESOPOTAMICUS*) E PINTADO (*PSEUDOPLATYSTOMA
CORRUSCANS*)**

ORIENTADOR: Prof. Dr. GUSTAVO GRACIANO FONSECA

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, como um dos requisitos necessários para a obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia na área de concentração em Tecnologia Ambiental.

**DOURADOS/MS
FEVEREIRO/2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil

B574s Bezerra, Roberto Araujo.
Silagem biológica de vísceras de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) / Roberto Araujo Bezerra – Dourados-MS : UFGD, 2013.
80 f.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Graciano Fonseca.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) Universidade Federal da Grande Dourados.

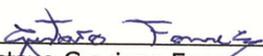
1. Peixe – Produção. 2. Pacu (Peixe). 3. Pintado (Peixe). 4. Silagem biológica. I. Título.

CDD: 597



Termo de Aprovação

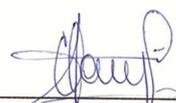
Após apresentação, arguição e apreciação pela banca examinadora, foi emitido o parecer APROVADO, para a dissertação intitulada: “Produção de Silagem Biológica a partir de Visceras de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e Pintado (*Pseudoplatystoma spp*)”, de autoria de **Roberto Araujo Bezerra**, apresentada ao Programa de Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados.



Prof. Dr. Gustavo Graciano Fonseca
(Orientador-UFGD)
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Dr. Hamilton Hisano
Membro Examinador (EMBRAPA)



Profa. Dra. Eliana Janet Sanjinez Argandoña
Membro Examinador (UFGD)

Dourados/MS, 15 de fevereiro de 2013.

“Nunca tenha certeza de nada, porque a sabedoria começa com a dúvida!”

Freud

A minha Pequena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus, pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho, por sempre me dar coragem e me fazer acreditar que em cada desafio tudo é possível.

Ao Professor Dr. Gustavo Graciano Fonseca, pela orientação, confiança, amizade e aprendizagem.

Pela conquista de novas amizades, em especial a Janina Zanon Camargo, pelo apoio, risadas, companheirismo e dedicação.

Ao amigo do grupo de pesquisa, Nicholas Vinicius pela parceria, companheirismo e momentos de descontração.

Aos demais colegas do curso de engenharia de alimentos, pelo apoio técnico operacional em algumas análises, pela amizade e momentos de descontração.

As técnicas dos laboratórios de engenharia, Priscilla Justi e Andressa Casari pela amizade, compreensão, paciência e apoio técnico nos laboratórios.

Ao amigo Alessandro Minillo, pela amizade e apoio em minhas atividades.

Ao apoio incondicional da minha namorada Carla Braga, que sempre me incentivou e deu forças para alcançar meus objetivos.

A minha mãe Vanilda Araujo, minhas irmãs Beatriz Araujo e Poliana Araujo pelo carinho, apoio, incentivo, risadas e companheirismo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

LISTA DE ABREVIATURAS

AGMI	ácido graxo monoinsaturado
AGPI.....	ácido graxo poli-insaturado
AGS.....	ácido graxo saturado
BAL	bactérias lácticas
Bl.....	<i>Bifidobacterium longum</i>
BOD	demanda biológica de oxigênio
C.....	carbono
C14:0.....	ácido mirístico
C15:0.....	ácido pentadecanóico
C16:0.....	ácido palmítico
C16:1n-7.....	ácido palmitoléico
C17:3n-3.....	ácido heptadecatrienóico
C18:0.....	ácido esteárico
C18:1n-7.....	ácido vacênico
C18:1n-9.....	ácido oléico
C18:2n-6.....	ácido linoléico
C18:3n-3.....	ácido linolênico
C20:1n-9.....	ácido gondóico
C20:2n-6.....	ácido eicosadienóico
C20:3n-3.....	ácido eicosatrienóico
C20:4n-6.....	ácido araquidônico
C20:5n-3.....	ácido timnodônico
C22:6n-3.....	ácido cervônico
CG-EM	cromatógrafo gasoso acoplado à espectrômetro de massas
FAME	ésteres metílicos de ácidos graxos
FA.....	formulação A
FB.....	formulação B
FC	formulação C
FD	formulação D
FE.....	formulação E
FF.....	formulação F
FG	formulação G

FH	formulação H
FUN	fungos
DO ₆₀₀	densidade óptica a 600 nm
Lb	<i>Lactobacillus brevis</i>
Lc	<i>Lactobacillus casei</i>
Lr	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>
Ll	<i>Leuconostoc lactis</i>
Ls	<i>Lactobacillus sakei</i>
MC	melaço de cana-de-açúcar
MES	micro-organismos mesófilos
MRS	Man, Rugosa & Sharpe
Pa	<i>Pediococcus acidilactici</i>
PUFA	ácidos graxos poliinsaturados
UFC	unidade formadora de colônia
Vpac	vísceras de pacu
Vpin	vísceras de pintado

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulações utilizadas nas silagens biológicas.	29
Tabela 2. Aferição de pH inicial (tempo zero) e final (após cinco dias de fermentação) nas silagens biológicas com <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , <i>Bifidobacterium longum</i> , <i>Lactobacillus sakei</i> , <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>Pediococcus acidilactici</i> , <i>Leuconostoc lactis</i> e <i>Lactobacillus casei</i>	47
Tabela 3. Teor de umidade no tempo zero dos substratos e nas silagens biológicas no (Tz) tempo zero e com (Lr) <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , (Bl) <i>Bifidobacterium longum</i> , (Ls) <i>Lactobacillus sakei</i> , (Lb) <i>Lactobacillus brevis</i> , (Pa) <i>Pediococcus acidilactici</i> , (Ll) <i>Leuconostoc lactis</i> e (Lc) <i>Lactobacillus casei</i>	49
Tabela 4. Teor de proteína bruta no (Tz) tempo zero dos substratos e nas silagens biológicas com (Lr) <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , (Bl) <i>Bifidobacterium longum</i> , (Ls) <i>Lactobacillus sakei</i> , (Lb) <i>Lactobacillus brevis</i> , (Pa) <i>Pediococcus acidilactici</i> , (Ll) <i>Leuconostoc lactis</i> e (Lc) <i>Lactobacillus casei</i>	50
Tabela 5. Teor de lipídios no (Tz) tempo zero dos substratos e nas silagens biológicas com (Lr) <i>Lactobacillus rhamnosus</i> , (Bl) <i>Bifidobacterium longum</i> , (Ls) <i>Lactobacillus sakei</i> , (Lb) <i>Lactobacillus brevis</i> , (Pa) <i>Pediococcus acidilactici</i> , (Ll) <i>Leuconostoc lactis</i> e (Lc) <i>Lactobacillus casei</i>	51
Tabela 6. Composição em ácidos graxos do óleo bruto das vísceras de pacu e pintado com as formulações no tempo zero e com pasteurização.	53
Tabela 7. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	54
Tabela 8. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com <i>Bifidobacterium longum</i>	56
Tabela 9. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com <i>Lactobacillus sakei</i>	57
Tabela 10. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com <i>Lactobacillus brevis</i>	58
Tabela 11. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com <i>Pediococcus acidilactici</i>	59
Tabela 12. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com <i>Leuconostoc lactis</i>	60
Tabela 13. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com <i>Lactobacillus casei</i>	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fluxograma operacional da silagem biológica de pacu e pintado.	30
Figura 2 Esquema geral de análise para contagem de bolores e leveduras, mesófilos aeróbios totais e bactérias lácteas.	33
Figura 3 Contagem de microrganismos em UFC/g antes da inoculação sem pasteurização, correspondente a cada formulação: A (200 g/Vpac a 30°C), B (180 g/Vpac + 20 g/MC a 30°C), C (200 g/Vpac a 35°C), D (180 g/Vpac + 20 g/MC a 35°C), E (200 g/Vpin a 30°C), F (180 g/Vpin + 20 g/MC a 30°C), G (200 g/Vpin a 35°C) e H (180 g/Vpin a 35°C).	35

Figura 4 Concentração do inóculo para Lr (<i>Lactobacillus rhamnosus</i>), BI (<i>Bifidobacterium longum</i>), Ls (<i>Lactobacillus sakei</i>), Lb (<i>Lactobacillus brevis</i>), Pa (<i>Pediococcus acidilactici</i>), LI (<i>Leuconostoc lactis</i>) e Lc (<i>Lactobacillus casei</i>), ($DO_{600} = 6$).....	36
Figura 5 Contagem de bactérias lácticas <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (Lr) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....	37
Figura 6 Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios totais em UFC/g em meio PCA após 5 dias de cultivo com <i>Lactobacillus rhamnosus</i> (Lr); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....	38
Figura 7 Contagem de bactérias lácticas <i>Bifidobacterium longum</i> (Bi) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....	39
Figura 8 Contagem de microrganismos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com <i>Bifidobacterium longum</i> (Bi); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....	39
Figura 9 Contagem de bactérias lácticas <i>Lactobacillus sakei</i> NRRL B-1917 (Ls) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....	40
Figura 10 Contagem de microrganismos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com <i>Lactobacillus sakei</i> (Ls); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....	41
Figura 11 Contagem de bactérias lácticas <i>Lactobacillus brevis</i> (Lb) em meio RMS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....	41
Figura 12 Contagem de microrganismos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com <i>Lactobacillus brevis</i> NRRL-B 4527 (Lb); (FA) Formulação A, (FB)	

Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....42

Figura 13 Contagem de bactérias lácticas *Pediococcus acidilactici*(Pa) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.043

Figura 14 Contagem de microrganismos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Pediococcus acidilactici* (Pa); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....43

Figura 15 Contagem de bactérias lácticas *Leuconostoc lactis*(LI) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....44

Figura 16 Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Leuconostoc lactis*(LI); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....45

Figura 17 Contagem de bactérias lácticas *Lactobacillus casei*(Lc) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....46

Figura 18 Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Lactobacillus casei*(Lc); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.....46

Resumo

A piscicultura é considerada atualmente uma das atividades zootécnicas de maior potencial de crescimento, representando alternativa de diversificação de produção para os agricultores do estado de Mato Grosso do Sul. Os resíduos e coprodutos provenientes do processamento do pescado podem representar uma fonte de energia e de nutrientes, que potencialmente podem ser aproveitados para alimentação animal. Uma alternativa de grande potencial é o direcionamento destes resíduos para elaboração de silagem, que é um produto liquefeito pela ação microbiana, enzimática ou ácida, no qual resulta em produto de alto valor biológico. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de silagem biológica obtida a partir de resíduos provenientes do processamento de duas espécies de peixes: pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e pintado (*Pseudoplatystomacorruscans*), utilizando sete linhagens diferentes de bactérias lácticas, bem como avaliar sua composição nutricional e microbiológica. Foi adicionado como fonte de carbono nos experimentos melaço de cana-de-açúcar nas concentrações de 0% e 10%. Utilizou-se bactérias produtoras de ácido láctico, *Lactobacillus rhamnosus* NRRL B-442, *Bifidobacterium longum* NRRL B-41409, *Lactobacillus sakei* NRRL B-1917, *Lactobacillus brevis* NRRL B-4527, *Pediococcus acidilactici* NRRL B-14958, *Lactobacillus casei* NRRL 1922 e *Leuconostoc lactis* NRRL 3468. Os experimentos foram realizados em biorreatores tipo frascos Erlenmeyer a 30°C e 35°C num período de cinco dias. *Lactobacillus rhamnosus* NRRL B-442 obteve o maior crescimento na formulação F (vísceras de pintado, melaço, 30°C), enquanto *Lactobacillus brevis* NRRL-B 4527 apresentou o maior conteúdo proteico nesta mesma, o que nos leva a concluir que esta formulação é a mais adequada para o processo de silagem biológica nas condições estudadas. Quanto ao perfil dos ácidos graxos pode-se concluir que a predominância foi em oleico (C18:1n-9), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0).

Palavras-chave: silagem biológica, resíduos, pacu, pintado.

Abstract

Fish farming is considered currently one of the zotechnical activities higher potential for growth, representing alternative diversification of production for farmers in MatoGrosso do Sul. The waste and byproducts from the processing of fish may represent a source of energy and nutrients which potentially can be availed for animal feed. An alternative is great potential is the direction of these waste for its use in the preparation of silage, which is a liquefied product by microbial action, enzymatic or acid, which results in product of high biological value. The aim of this study was to evaluate the production of silage produced from biological waste from the processing of two species of fish: pacu (*Piaractus mesopotamicus*) and pintado (*Pseudoplatystomacorruscans*) using five different strains of lactic acid bacteria, as well as evaluating their nutritional composition and microbiology. Carbon source was added in the experiments as sugar cane molasses at concentrations of 0% and 10%. We used the lactic acid producing bacteria *Lactobacillus rhamnosus* NRRL B-442, *Bifidobacterium longum* NRRL B-41409, *Lactobacillus sakei* NRRL B-1917, *Lactobacillus brevis* NRRL B-4527, *Pediococcus acidilactici* NRRL B-14958, *Lactobacillus casei* NRRL 1922 and *Leuconostoc lactis* NRRL 3468. The experiments were performed in Erlenmeyer flasks at 30°C and 35°C over a period of five days. *Lactobacillus rhamnosus* NRRL B-442 had the highest growth in formulation F (pintado waste, molasses, 30°C), while *Lactobacillus brevis* NRRL B-4527 had the highest protein content in the same, which leads us to conclude this formulation is the most suitable for the process of biological silage under the conditions studied. Regarding the fatty acid profile, it can be concluded that oleic (C18:1n-9), palmitic (C16:0) and stearic (C18:0) acids had prevailed.

Keywords: biologicalsilage, waste, pacu, pintado.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Produção de peixes mundial e no Brasil	15
1.2 Pacu (<i>Piaractus mesopotamicus</i>).....	16
1.3 Pintado (<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>).....	17
1.4 Pisciculturas	19
1.5 Resíduos de pescado.....	20
1.6 Silagem de resíduos de peixes	21
1.7 Bactérias Lácticas (BAL)	23
1.8 Óleos e gorduras: ácidos graxos	26
2 OBJETIVOS	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
3.1 Matéria-prima	28
3.2 Substrato	29
3.3 Silagem biológica	29
3.4 Microrganismos	30
3.5 Preservação e preparo do inóculo.....	31
3.6 Determinações microbiológicas.....	32
3.7 Aferição de pH.....	33
3.8 Determinações químicas (composição nutricional)	34
3.9 Perfil de ácidos graxos	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1 Pasteurização.....	35
4.2 Inóculo.....	36
4.3 Cultivos.....	37
4.4 Composição nutricional	47
4.5 Perfil de ácidos graxos	52
5 CONCLUSÕES	62
6 REFERÊNCIAS.....	63
ANEXOS	74
Anexo 1 Procedimentos para a obtenção das vísceras.	74
Anexo 2 Preparo das silagens.....	75
Anexo 3. Preparo do inóculo.....	76

Anexo 4. Produção de silagem biológica.77

1INTRODUÇÃO

1.1 Produção de peixes mundial e no Brasil

A agricultura, pecuária, pesca e aquicultura, são as principais atividades humana responsáveis pela gestão dos recursos naturais a nível local e regional. Trinta por cento das terras do planeta é utilizada para cultivos e pastagens, e setenta por cento de toda a água doce captada é direcionada para irrigação para produção de alimentos que pessoas e animais necessitam para um fornecimento alimentar estável. Os resultados de tal utilização em larga escala de recursos da terra e da água são cada vez mais ameaçadores para o meio ambiente (FAO, 2013).

Devido esta vasta produção agrícola, nas últimas décadas, o potencial produtivo da agricultura global ultrapassou o crescimento populacional, o que resulta em um constante, ainda que lento aumento da disponibilidade de alimentos per capita, (FAO, 2013).

Os peixes e os produtos derivados da pesca estão entre os produtos alimentares mais comercializados em todo o mundo, com os volumes de comércio e valores crescendo expressivamente a cada ano, e espera-se continuar a aumentar (FAO, 2012). Enquanto a produção da pesca extrativa mantém-se estável, a produção aquícola continua em expansão. Aquicultura é definida como sendo um dos setores que mais crescem em produção de alimentos por animais, na próxima década, a produção total de ambos, pesca extrativa e aquicultura irá ultrapassar o de carne bovina, suína ou de aves, (FAO, 2012).

Mundialmente, o peixe é consumido por cerca de 3,0 bilhões de pessoas (FAO, 2012). Sendo assim peixes e produtos derivados da pesca representam uma valiosa fonte de proteínas e micronutrientes essenciais para uma nutrição equilibrada e de boa qualidade. Em 2009, os peixes representaram 16,6% do consumo de proteína animal pela população mundial e de 6,5% de toda a proteína consumida.

No que diz respeito à produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 146 milhões de toneladas em 2009. Os maiores produtores em 2009 foram a China com aproximadamente 60,5 milhões de toneladas, a Indonésia com 9.8 milhões de toneladas, a Índia com 7,9 milhões de toneladas e o Peru com cerca de 7 milhões de toneladas, (BRASIL, 2012).

Nos últimos sete anos a produção de pescado no Brasil passou de 990.272 para 1.264.764,9 toneladas (t)/ano entre 2003 e 2010 (BRASIL, 2012). A produção de pescado do Brasil no ano de 2010 registrou um incremento de 2% em relação a 2009, quando foram produzidas 1.240.813 t de pescado. A pesca extrativa marinha continuou sendo a principal fonte de produção de pescado nacional, sendo responsável por 536.455 t (42,4% do total de pescado), seguida, sucessivamente, pela aquicultura continental 394.340 t (31,2%), pesca extrativa continental 248.911 t (19,7%) e aquicultura marinha 85.057 t (6,7%), (BRASIL, 2012).

Esta análise da produção nacional de pescado está distribuída nas cinco regiões do país, sendo o Norte responsável por 274.015,6 t/ano (21,6%), o Nordeste com 410.532,1 t/ano (32,4%), o Sudeste com 185.635,9 t/ano (14,7%), a região Sul com 311.700 t/ano (24,7%) e o Centro-Oeste responsável com a menor parcela do país, 82.881,4 t/ano (6,6%), (BRASIL, 2012).

O estado de Mato Grosso do Sul apresenta um total de 19.600,8 t/ano da produção de pescado no país, sendo que 5.077 t são oriundos da pesca extrativa e 14.523,8 t provenientes da aquicultura, estas duas modalidades de produção representa 1,55% da produção nacional, (BRASIL, 2012).

No Brasil dentre as espécies de água continental o pacu representa uma produção de 11.042 t/ano para pesca extrativa e 21.245,1 t para a produção na aquicultura. Já o pintado 2.043,4 t/ano para pesca extrativa e 2.486,5 t para a aquicultura, essas duas espécies e as modalidades juntas representam um total de 11,35% da produção de pescado processados no país, (BRASIL, 2012).

1.2 Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)

O pacu, *Piaractus mesopotamicus*, é um peixe nativo de água doce que pertence a família Characinidae, ocorre em rios, planícies, lagos e florestas alagadas da bacia do Paraná, Paraguai e Uruguai, na região central da América do Sul. Esta espécie não é apenas um importante peixe para prática de esporte, mas também uma importante espécie aquícola devido a sua alta taxa de crescimento, boa qualidade da carne e de boa aceitação do consumidor (URBINATI e GONÇALVES, 2005). É uma espécie representante da superordem Ostariophysi, na qual se incluem os peixes de maior valor comercial na pesca e na piscicultura brasileiras, (URBINATI et al., 2010).

O pacu é um dos peixes mais estudados no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, e recebe também os nomes de caranha, pacu-caranha ou pacu-guaçu, (URBINATI et al., 2010).

Entre as espécies comercialmente exploradas no Pantanal do Mato Grosso, o pacu é uma das mais importantes, (URBINATI et al., 2010). Segundo Jomoret al. (2005), o pacu é um dos Characinidae economicamente mais importantes e produzido no Brasil e intensificação dos sistemas de produção é uma tendência comum para esta espécie.

O pacu, primeiramente foi identificado como *Colossoma mitrei*. Posteriormente, verificou-se que a mesma espécie já havia sido descrita por Holmberg alguns anos antes (BRITSKI et al., 2007), passando então à denominação atual, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887.

O pacu possui corpo oval e robusto, com dorso cinza escuro e ventre amarelado (BRITSKI et al., 2007). De acordo com Agostinho et al., (2004a), o pacu é um peixe de ambientes lóticos e semi-lóticos cuja a água é corrente, que desova após longa distância de migração percorrida, rio acima. Em ambientes naturais o período de reprodução do pacu, nas diferentes regiões onde é produzido, vai de outubro a março, com o pico entre novembro e janeiro, época de temperaturas mais altas e maior incidência de chuvas, (URBINATI et al., 2010). Entretanto sua reprodução em cativeiro só é realizada pela estimulação hormonal, permitindo que a liberação dos gametas se complete, (URBINATI et al., 2010).

É uma espécie que chega a alcançar 5 kg (CATELLA et al., 1996) e entre 60 e 80 cm de comprimento (BRITSKI, et al., 2007). É um peixe onívoro, que se alimentam, principalmente, de folhas, caules, flores, frutos e sementes, mas havendo necessidade e oportunidade, ele se alimenta de insetos, aracnídeos, moluscos e peixes (HAHN et al., 2004; URBINATI et al., 2010).

Sendo assim devido ao seu rápido desenvolvimento, facilidade de manejo, sua grande rusticidade e adaptação, o pacu é bastante utilizado para pesca extrativa e também na aquicultura, (JOMORI et al., 2005; URBINATI e GONÇALVES, 2005).

1.3 Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*)

O pintado ou surubim (*Pseudoplatystoma corruscans*) é uma das espécies de peixede água doce mais importante de alto valor na aquicultura no Brasil (ROUBACH et al., 2003; MIRANDA e RIBEIRO, 1997). Ocorrem na América do Sul

nas bacias do rio Paraná e São Francisco (MIRANDA e RIBEIRO, 1997) e é um peixe piscívoro de hábitos noturno (AGOSTINHO et al., 2004b).

O Pintado é uma espécie que pode atingir um tamanho médio de 152 centímetros de comprimento (AGOSTINHO et al., 2004b) e na aquicultura, sob condições de exploração para o mercado, atinge em média 2 kg no primeiro ano de crescimento (CAMPOS, 2010). O pintado e demais *Pseudoplatystoma*, são peixes de couro, apresentam o corpo roliço e alongado e a cabeça achatada, bem como três pares de barbilhões próximos a boca e o primeiro raio das nadadeiras dorsal e peitoral se constitui de um acúleo forte e pungente, (BRITSKI et al., 1988).

O período reprodutivo do pintado ocorre durante o verão, induzido pelo aumento de temperatura da água, maior fotoperíodo, chuva e aumento do nível dos rios, nesta época os pintados realizam migrações rio acima até a cabeceira dos rios para desovarem, conhecido como piracema, nessas migrações, ocorre uma queima de reservas energéticas e a liberação de hormônios gonadotróficos que induzem a maturação final dos oócitos (vitelogênese), (CAMPOS, 2010).

Já em ambientes de pisciculturas, ocorre o desenvolvimento das gônadas nessa mesma época, mas, devido à impossibilidade dos peixes migrarem rio acima, levando a liberação dos hormônios gonadotróficos, as gônadas não chegam a atingir o estágio final de maturação, permanecendo em estado de dormência, impossibilitando a reprodução natural nesses ambientes, (CAMPOS, 2010). Sendo assim, a reprodução de pintados em cativeiros, requer a utilização de protocolos para a realização da indução hormonal para que as fêmeas cheguem a maturação final.

Com isso as características de sua carne e o alto valor que esta atinge no mercado foram fatores que despertaram o interesse de piscicultores nessas espécies desde o início do desenvolvimento da atividade no Brasil, (CAMPOS, 2010). Entretanto o cultivo de pintado em larga escala, esbarrou, inicialmente na viabilização da produção de juvenis e na ausência de tecnologia para a engorda dessa espécie. A partir do desenvolvimento da tecnologia de produção de juvenis e da engorda do pintado por produtores particulares localizados no estado de Mato Grosso do Sul durante a década de 1990, o cultivo dessa espécie entrou em fase de franca expansão, sendo, atualmente, produzido em escala industrial em vários estados da região Centro-Oeste, (CAMPOS, 2010).

Atualmente o pintado, produzido através da aquicultura, já é vendido em redes de supermercados em boa parte do país, sendo, inclusive, exportado para os Estados Unidos e países da União Europeia, (CAMPOS, 2010).

1.4 Pisciculturas

A piscicultura brasileira tem crescido continuamente ao longo dos anos. A maior parte dos cultivos é feito com espécies exóticas, o que é de certa forma surpreendente, tendo em vista a grande diversidade de espécies nativas que o Brasil possui (cerca de três mil espécies apenas na Bacia Amazônica), (BALDISSEROTTO e GOMES, 2010).

A piscicultura é considerada atualmente uma das atividades zootécnicas de maior potencial de crescimento, representando alternativa de diversificação de produção para os agricultores do estado de Mato Grosso do Sul. Entretanto, seu desenvolvimento depende de ações estratégicas para contornar os entraves técnicos e científicos em que esbarra sua execução (ISHIKAWA; GONTIJO, 2013).

Na região da Grande Dourados, composta por 12 municípios: Deodópolis, Douradina, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Itaporã, Jateí, Juti, Nova Alvorado do Sul, Rio Brilhante e Vicentina (BRASIL, 2013), também se encontra em plena fase de expansão da cadeia produtiva de pescado. Atualmente somente o frigorífico Mar & Terra localizado no município de Itaporã, atende a demanda dessa região. Dois outros frigoríficos, Douramar Alimentos e o Frigorífico do Peixe, localizados no município de Dourados, se encontram em fase de conclusão da obra, e ambos terão capacidade de processar 5 t por dia de peixes, (DOURADOS, 2013a; DOURADOS, 2013b).

Devido ao aumento da produção de peixes nas pisciculturas e conseqüentemente o processamento nos frigoríficos, emerge a preocupação na gestão dos resíduos gerados. De acordo com Vidotti (2011), as quantidades de resíduos variam em função de alguns fatores: espécie, tipo de corte, tamanho de cabeça, peso do peixe, sistema de criação, entre outros. Por exemplo, Vidotti (2011) apontou que resíduos gerados na filetagem de tilápias em relação ao peso de abate podem chegar a 67%. Ou seja, mais de 50% em peso total do pescado capturado resulta em subproduto.

Sendo assim, a utilização do resíduo do processamento de peixes para obtenção de novos produtos deve ser realizada de forma correta possibilitando um aumento da receita e contribuindo para preservação ambiental.

1.5 Resíduos de pescado

Os resíduos podem ser classificados e/ou agrupados de diversas formas, isso depende da sua composição química, sendo classificados em orgânicos e inorgânicos. No Brasil a norma da ABNT NBR-10.004 regulamenta sobre a disposição dos resíduos, são agrupados em classes I e II, divididos conforme sua natureza e origem.

Os resíduos sólidos gerados nas indústrias de alimentos possuem potencial aplicação na alimentação animal, por apresentarem uma interessante fonte proteica que podem ser adicionadas na formulação de rações (HAMMOUMI et al., 1998). Os subprodutos do processamento de pescado são excelentes matérias-primas para preparação de alimentos por conter vasta fonte de energia e nutrientes (GÓMEZ-GUILLÉN et al., 2002).

Sendo assim, o valor nutricional de um resíduo agroindustrial não deve ser somente baseado na sua composição química, mas também na quantidade de nutrientes ou energia que pode ser disponibilizado (FURUYA et al., 2000).

Uma das aplicações em potencial desses resíduos podem ser sua utilização como fonte de carbono em bioprocessos para obtenção de produtos químicos e de produtos de maior valor agregado, como proteína, enzimas, ácidos orgânicos, aminoácidos e até mesmo metabólitos secundários biologicamente ativos (SOCCOL e VANDENBERGHE, 2003; UENOJO e PASTORE, 2007).

O declínio nos estoques de espécies tradicionais de pescado de origem marinha, associado ao aumento da demanda mundial de proteínas de origem animal, vem contribuindo com o desenvolvimento de técnicas para melhorar o aproveitamento dos subprodutos gerados no processamento de pescados (RUSTAD, 2003).

Os resíduos gerados durante o processamento do pescado são fundamentalmente sólidos, arrastados na água de tratamento durante a manipulação do pescado ou sólidos solúveis dispersos na água de processamento (TEJADA, 1992). São constituídos por proteínas de funções e origens diferentes, lipídeos, nitrogênio não-proteico, carboidratos, substâncias minerais, assim como outros

compostos, mas com uma proporção diferente de cada um deles, em função de sua origem (CONTRERAS, 1994).

Com o aproveitamento dos resíduos, é possível reduzir o custo das matérias-primas aumentando a produtividade das indústrias e minimizando problemas de poluição ambiental (ARVANITOYANNIS e KASSAVETI, 2007). Assim, a necessidade de implementarsistemas para aproveitamento de subprodutos agroindustriais é de ordem econômica e de conservação de energia, possibilitando um uso mais racional dessa matéria-prima, ou ainda, o desenvolvimento de novos produtos, que utilizem subprodutos líquidos e sólidos para o preparo (OETTERER, 1994; ESPÍNDOLA FILHO, 1997).

Atualmente os resíduos de pescados são destinados basicamente à produção de farinha de peixe como fonte de proteína animal na fabricação de rações ou produção de óleo, mas quando não aproveitados devido a problemas de sanidade do resíduo, os mesmos são descartados em aterros sanitários, apresentando alto potencial para danos ambientais quando manejados de forma incorreta. Estes são considerados matérias-primas de baixa qualidade e quando não utilizados, causam problemas ao meio ambiente, trazendo prejuízos ecológicos, sanitários e econômicos.

1.6 Silagem de resíduos de peixes

A farinha de peixe é a fonte de proteína de origem animal habitualmente mais utilizada em rações para peixes, no entanto, no Brasil, é produzido sazonalmente e apresentam uma grande variabilidade na sua composição, além do alto custo (VIDOTTI et al., 2002a).

De acordo com Sales e Britz (2003), devido ao seu alto valor biológico, perfil de aminoácidos apropriado e conteúdos adequados de ácidos graxos, farinha de peixe é considerada a principal fonte de proteína para a formulação e fabricação de rações para os peixes. O aumento da demanda e a escassez progressiva de farinha de peixe no mercado internacional fez com que aumentasse o seu valor, conseqüentemente surgiu a busca por fontes alternativas de proteínas, aceitável e digestível para as dietas de peixes (PEREIRA e OLIVA-TELES, 2003; FAO, 2004).

Potencialmente a silagem de peixe, apresenta bom ingrediente para alimentos aquáticos, considerado por Vidotti et al., (2002b, 2003) e Carvalho et al., (2006), como sendo um produto de alto valor biológico.

Sendo assim a silagem de peixe emerge como fontes alternativas de proteínas para substituir a farinha de peixe, é um produto liquefeito obtido a partir de todo peixe impróprio para o consumo humano ou de resíduos da indústria de filetagem (VIDOTTI et al., 2002a).

Resíduos contendo substâncias de alto valor nutricional podem ser transformados em matérias-primas para processos secundários quando empregado uma tecnologia adequada (LAUFENBERG, 2003). O método para obtenção da silagem é simples, prático e econômico, não exigindo equipamentos e procedimentos onerosos, como os utilizados na produção de farinha de peixe (OETTERER e ARRUDA, 2005). Esta é uma técnica antiga de preservação da matéria orgânica (HAMMOUMI et al., 1998; SHIRAI et al., 2001), sendo muito conveniente em termos ecológicos e financeiros (DISNEY et al., 1977; JACKSON et al., 1984a,b; OTTATI et al., 1990; TATTERSON e WINDSOR, 1974).

A silagem de peixe oferece algumas vantagens em relação a farinha de peixe. É obtido a partir de um processo simples, acessível para produção em pequena escala e com baixo consumo de energia (VIDOTTI, et al., 2002a). Não exige trabalhadores altamente qualificados ou equipamentos sofisticados, é necessário um moedor de carne, um mixer para a homogeneização e recipientes de plástico. Por fim, o produto não atrai insetos como moscas, devido ao odor do ácido e devido a presença de ácidos podem inibir o crescimento de alguns agentes patogênicos, como *Salmonellas* (VIDOTTI et al., 2002a).

Devido a silagem de peixe ser um produto líquido, é feita uma co-secagem com sub-produtos agrícolas, normalmente utilizados na alimentação de animais, o que facilita a sua inclusão na dieta de peixes (VIDOTTI et al., 2002a).

O aproveitamento dos resíduos do processamento do pescado para a elaboração da silagem de peixe apresenta grande vantagem por ter um produto de alto valor biológico, como proteínas, enzimas, ácidos orgânicos, aminoácidos, metabólitos secundários biologicamente ativos (HONCZARYCK e MEDA, 1998; PARIN e ZUGARRAMURDI, 1994; VIDOTTI et al., 2002b; SOCCOL e VANDENBERGHE, 2003).

A silagem de peixe pode ser definida como produto líquido ou sem-líquido, produzido a partir do pescado inteiro ou partes dele, preservado pela adição de ácidos (silagem ácida), fermentação microbiana induzida por carboidratos (silagem biológica) (KOMPIANG, 1981; COSTA et al., 2002; CREXI, 2005). No processo de

ensilagem, as proteínas são hidrolisadas pelas enzimas naturalmente presentes e/ou adicionadas (silagem enzimática), processo favorecido pelo ajuste do pH, originando produto rico em proteínas, peptídeos de cadeia curta e aminoácidos livres (STONE e HARDY, 1986; VALÉRIO, 1994).

As silagens fermentadas são produzidas pelo processo de fermentação anaeróbica, através da adição de um microrganismo e uma fonte de carboidrato para que de início ao processo (VIDOTTI, 2001).

O grau de hidrólise pode ser usado como critério químico para avaliar a qualidade da silagem de peixe (ESPE et al., 1989; ESPE e LIED, 1999). O valor nutricional da silagem pode ser significativamente aumentado, limitando a hidrólise das proteínas e polipeptídeos em aminoácidos livres (STONE et al., 1989).

Vários autores ressaltam o alto coeficiente de digestibilidade da silagem de peixe aplicados na alimentação em experimentos com diversas espécies de peixes, além da viabilidade econômica e benefício ambiental do uso dessa fonte (FAGBENRO, 1994; FAGBENRO e JAUNCEY, 1995a, 1995b; GODDARD e AL-YAHYAI, 2001; VIDOTTI et al., 2002b). Isto devido ao fato da proteína já estar bastante hidrolisada e pela presença de lisina e triptofano, entre outros aminoácidos essenciais refletindo-se sobre o ganho de peso e conversão alimentar dos animais (HALL, 1985).

Estudos do crescimento de alevinos de pacu com dietas contendo silagem co-secas de peixes, foram realizados por Vidotti et al., (2002), e os resultados mostraram que todas as silagens de peixe co-secas podem substituir a farinha de peixe sem causar um impacto sobre o crescimento do pacu.

Contudo, além da silagem de peixe outras alternativas também são empregadas a fim de minimizar os impactos ambientais oriundos de resíduos no processamento de pescado, como a produção de óleo e a produção de farinha de peixe, ambas comumente utilizadas na alimentação animal, como ingrediente para formulação de rações (FAO, 1986).

1.7 Bactérias Lácticas (BAL)

As bactérias lácticas constituem um grupo diversificado de microrganismos Gram-positivos que existem dentro das plantas, carnes e produtos lácteos e que podem produzir ácido láctico como um produto da glicólise anaeróbica com alto rendimento e alta produtividade. As condições de produção ótima variam

dependendo das cepas, uma vez que estas bactérias podem crescer no intervalo de pH de 3,5 - 9,6 e a temperatura podendo variar de 5 a 45 °C (ABDEL-RAHMAN et al., 2013).

Ghanbari et al., (2013) aponta que bactérias lácticas são capazes de crescer mesmo em temperaturas de refrigeração, em baixo pH, altas concentrações de sal, e na presença de aditivos como, por exemplo, ácido láctico ou ácido acético. Entretanto Abdel-Rahman et al., (2013) relata que a baixa temperatura de fermentação para a produção de ácido láctico necessário pela maioria das cepas de laboratório pode aumentar o risco de contaminação e também impedir a sua utilização na sacarificação e fermentação simultâneas (SSF).

As bactérias lácticas são agrupadas como homofermentativa ou heterofermentativa de acordo com o produto final da fermentação. As homofermentativas possuem enzimas aldolase e produzem como principal produto final o ácido láctico. Em escala industrial essas bactérias homofermentativas são de interesse para a produção de ácido láctico. Já as bactérias lácticas heterofermentativas produzem subprodutos além do ácido láctico e, conseqüentemente, o rendimento máximo de ácido láctico à glicose atinge apenas 0,5 g/g ou 1,0 mol/mol (ABDEL-RAHMAN et al., 2011).

BAL heterofermentativa usa como via alternativa da pentose monofosfato, convertendo hexoses (açúcar de 6 carbonos) em pentoses (açúcar de 5 carbonos) pela enzima fosfoacetolase e, no processo, produzem tanto gliceraldeído 3-fosfato quanto fosfato de acetilo (ABDEL-RAHMAN et al., 2013). Cepas de BAL heterofermentativas convertem os açúcares pentoses em ácidos lácticos e derivados, por exemplo, ácido acético, através de vias fosfoacetolase com rendimento máximo de ácido láctico de 0,6 g por grama de pentose, (ABDEL-RAHMAN et al., 2013).

A maioria das espécies de BAL necessitam de nutrientes complexos, incluindo aminoácidos, peptídeos, nucleotídeos e vitaminas, para o seu crescimento, isso devido a essas bactérias não terem muita capacidade biosintética, o que dificulta a recuperação de ácido láctico e aumenta os custos de produção (HOFVENDAHL e HAHN-HÄGERDAL, 2000; REDDY et al., 2008 ; Singh et al., 2006).

Sendo assim o uso de bactérias lácticas como proteção e conservação de alimentos, é uma alternativa para atender as normas de segurança e controlar a

deterioração microbiana por alguns patógenos (GAO et al., 2010; GONG et al., 2010; SOBRINO-LÓPEZ e MARTÍN-BELLOSO, 2008). Normalmente a utilização destas bactérias para estes fins são bem aceitas, visto que apresentam um benefício para estender a durabilidade de produtos em prateleiras, (GHANBARI et al., 2013). De acordo com alguns autores as bactérias lácticas são amplamente utilizadas pelas indústrias de alimentos na fabricação de produtos fermentados e como ferramentas para a segurança de alimentos, (ADAMS e MITCHELL, 2002; LEROY e VUYST, 2004; MORAES et al., 2010; ROSS et al., 2002). Bactérias lácteas são consideradas seguras para a produção de ácido láctico em escala industrial, por não apresentarem efeitos adversos à saúde humana (ABDEL-RAHMAN et al., 2013).

Podem produzir naturalmente várias substâncias com potencial antimicrobiano, tais como ácidos orgânicos, dióxido de carbono (CO₂), peróxido de hidrogênio (H₂O₂) (CARR et al., 2002; de MARTINIS et al., 2003) e algumas linhagens são capazes de produzir bacteriocinas (COTTER et al., 2005; RILEY e WERTZ, 2002), polipeptídeos com atividade antimicrobiana específica contra um grupo de bactérias da mesma espécie ou até mesmo para diferentes espécies (NES e JOHNSBORG, 2004; COTTER et al., 2005).

As bacteriocinas são peptídeos ou proteínas antimicrobianas sintetizadas nos ribossomos das células bacterianas e liberadas no meio extracelular que apresentam ação bactericida ou bacteriostática sobre microrganismos taxonomicamente relacionados. Além disso, podem ser utilizadas como bioconservantes de alimentos, pois não promovem alteração na qualidade sensorial do produto, sendo de interesse crescente para a indústria de alimentos devido ao seu potencial de utilização em substituição aos conservantes químicos (NASCIMENTO et al., 2008).

As bacteriocinas podem ser produzidas espontaneamente ou de forma induzida, tem capacidade de inibir a multiplicação de bactérias e uma gama de microrganismos, incluindo principalmente patógenos e microrganismos deterioradores tais como *Listeriamonocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* e *Clostridium tyrobutyricum* (GÁLVEZ et al., 2007).

Por sua vez, as bacteriocinas representam uma opção atraente para a indústria de alimentos, pois não alteram o sabor e o cheiro dos produtos finais (NES e JOHNSBORG, 2004).

Devido às características das bactérias lácticas, pela conservação de produtos finais, pela duração dos produtos em prateleira e inibição do crescimento de patógenos, há um grande interesse nas indústrias alimentícias em utilizar essas bactérias, e com isso houve um grande aumento da demanda por parte dos consumidores, (ÁLVAREZ-LEÓN et al., 2006; GONG et al., 2010; HUANG et al., 2009; MATAMOROS et al., 2009).

Algumas bactérias lácticas como, por exemplo, *Lactococcus lactis*, *Lactococcus garvieae*, *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., pode contribuir para o controle de *Staphylococcus aureus* em queijo, não só pela diminuição do pH, devido a produção do ácido láctico, mas também pela produção de bacteriocinas (ARQUES et al, 2005).

A produção de ácido láctico pode ser obtida por meio de vias de síntese química ou pela via de produção fermentativa (fermentação de ácido láctico). Por via de síntese química, uma mistura racêmica de DL- ácido láctico (D = ácido láctico dextrogiro ou ácido láctico levógiro) é normalmente produzido. Por outro lado, as rotas de produção fermentativa oferecem vantagens da utilização de substratos renováveis de baixo custo, baixas temperaturas de produção, baixo consumo de energia e produção de D- ou L- ácido láctico otimamente puro quando o microrganismo apropriado é selecionado como o produtor de ácido láctico. Atualmente, quase todo o ácido láctico produzido no mundo vem da rota de produção fermentativa (ABDEL-RAHMAN et al., 2011).

1.8 Óleos e gorduras: ácidos graxos

A ampla utilização de farinha e óleo de peixe nas rações zootécnicas obedece aos altos valores nutricionais e seus excelentes perfis de aminoácidos e ácidos graxos essenciais (RUBINO, 2008).

Óleos e gorduras são compostos de estrutura orgânica formados na sua maioria pela união de três ácidos graxos a um polialcool chamado glicerol, formando uma estrutura conhecida como triglicerídeo. Portanto, tanto os óleos como as gorduras são misturas de triglicerídeos de diferentes composições em ácidos graxos, uma vez que são estruturas lineares de carbono que contêm hidrogênio e oxigênio e que se caracterizam por apresentarem uma função química ácida chamada grupo carboxílico (COOH) em um extremo e um grupo metilo (CH₃) em outro, (MORETTO e FETT, 1998; BRANDÃO et al., 2005).

Na estrutura linear de carbonos, o número de duplas ligações, a sua posição na cadeia e sua isomeria afetam o ponto de fusão, a solubilidade, seu conteúdo energético, a digestibilidade e as propriedades metabólicas dos ácidos graxos, incluindo seus efeitos sobre as lipoproteínas do sangue (BUTOLO, 2001).

Estruturalmente, os óleos e as gorduras são os mesmos, pois são formados, na sua maioria, por triglicerídeos e dependendo dos tipos de ácidos graxos que formam esses triglicerídeos, as suas características físicas, químicas e nutricionais serão variáveis (BUTOLO, 2001).

Sendo assim a qualidade das gorduras é caracterizada por sua composição de ácidos graxos, e por grau de saturação, os quais estão diretamente relacionados com a digestibilidade da energia contida na fonte de gordura (BRANDÃO et al., 2005).

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias hidro-carbonadas de 4 a 24 átomos de carbono (C4 a C24). Em alguns casos esta cadeia encontra-se completamente saturada (sem ligações duplas) e sem ramificar; outros contêm uma ou mais ligações duplas, alguns contêm anéis de três carbonos, grupos hidroxila ou grupos metil ramificados (SEGURA, 2012).

Em relação aos ácidos graxos essenciais o ômega-3 é um dos mais conhecidos, sendo poliinsaturado (PolyUnsaturatedFattyAcid - PUFA) ou então comumente referenciados por AGPI. Podem ser extraído de vegetais, algas marinhas e peixes. Os peixes que contêm altos níveis do ácido graxo Ômega-3 não podem sintetizar os outros ácidos graxos essenciais que são obtidos ingerindo plantas marinhas (fitoplâncton), assim como outros animais que os obtêm ingerindo plantas da terra, (BRANDÃO et al., 2005).

Os ácidos graxos dos peixes variam devido a diversos fatores como a temperatura do meio ambiente, a idade, sexo, espécie, tipo de peixe e principalmente em função dos perfis de ácidos graxos dos componentes da cadeia alimentar, característicos do ecossistema das espécies selvagens, ou do perfil de ácidos graxos da ração nos peixes cultivados (AVERINA e KUTYREV, 2011).

Visto que a silagem biológica apresenta um bom valor nutricional e/ou uma melhor biodisponibilidade de seus compostos para o preparo de rações, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de silagem biológica obtida a partir de resíduos provenientes do processamento de duas espécies de pescado: pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), utilizando

sete linhagens diferentes de bactérias lácticas, bem como avaliar sua composição nutricional, microbiológica e caracterização dos perfis dos ácidos graxos dos óleos extraídos da silagem.

2OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho foram:

- Avaliar a produção experimental de silagem biológica obtida a partir de vísceras provenientes do processamento de duas espécies de pescado: pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*);
- Avaliar sete linhagens diferentes de bactérias lácticas e verificar qual apresenta melhor potencial para produção de silagem;
- Avaliar sua composição nutricional e microbiológica;
- Extrair e caracterizar o óleo proveniente do processo de silagem biológica.

3MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

Para o preparo dos experimentos, a matéria-prima utilizada para a elaboração das silagens foi obtida do frigorífico Mar & Terra S.A., localizado no município de Itaporã, MS. Foram utilizados resíduos provenientes do processamento de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e pintado (*Pseudoplatystomacorruscans*). No entanto, apenas as vísceras das duas espécies de peixe em estudo foram utilizadas para os experimentos.

Os resíduos foram transportados ao Laboratório de Análises e Químicas de Alimentos localizado na Faculdade de Engenharia da Universidade Federal da Grande Dourados. Foram acondicionados em caixas de isopor com banho de gelo para evitar sua degradação. Os resíduos iniciais foram peneirados para o escoamento de água e torcidos em panos para maior remoção de água. Para ambos os procedimentos, os materiais foram esterilizados para assegurar que não houvesse contaminação por microrganismos. Após esse processo, os resíduos foram moídos em moedor de carne industrial (CAF, modelo 22), homogeneizados, acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer a -18 °C. Todo o procedimento foi realizado para ambas as vísceras de cada espécie de pescado analisado (Anexo).

3.2 Substrato

Foi utilizado como co-substrato na silagem biológica, melaço de cana-de-açúcar (MC), como fonte de carboidrato para induzir o crescimento das bactérias lácticas, gentilmente cedido pela Usina São Fernando de Açúcar e Álcool Ltda., localizada no município de Dourados, MS. Para a conservação do melaço o mesmo foi mantido a -18°C .

3.3 Silagem biológica

As silagens biológicas foram preparadas em frasco Erlenmeyer de 500ml cada, contendo 180g do resíduo de pescado quando utilizado 20g de MC (10%) e 200g quando não utilizado o MC (0%). Foram preparadas oito formulações (A-H) sob duas temperaturas distintas (30°C e 35°C), estas formulações utilizadas para as silagens biológicas estão representadas na Tabela 1.

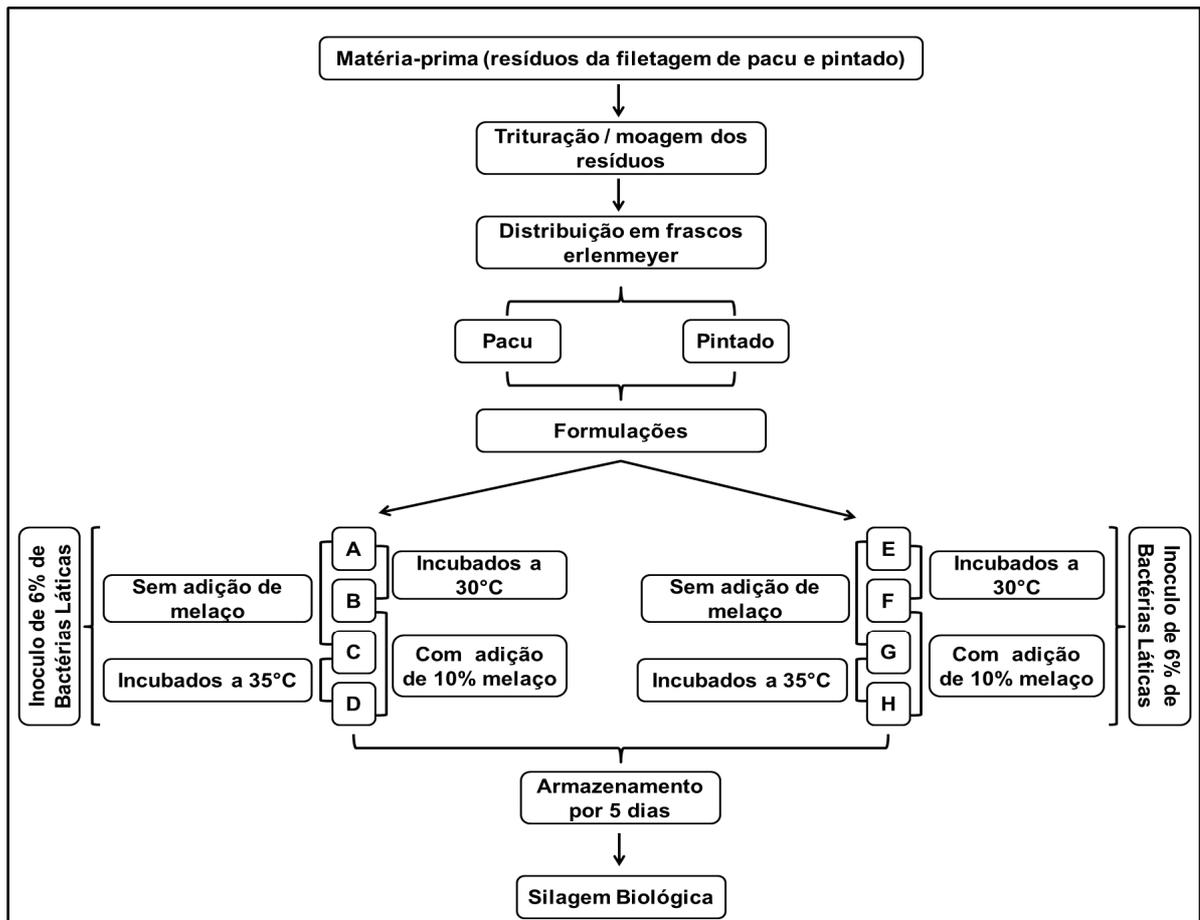
Tabela 1. Formulações utilizadas nas silagens biológicas.

Formulações	Composição (g)			Temperatura	
	Vpac	Vpin	MC	($^{\circ}\text{C}$)	
A	200	-	0	30	-
B	180	-	20	30	-
C	200	-	0	-	35
D	180	-	20	-	35
E	-	200	0	30	-
F	-	180	20	30	-
G	-	200	0	-	35
H	-	180	20	-	35

Vpac: vísceras de pacu; Vpin: vísceras de pintado; MC: melaço de cana-de-açúcar.

Antes da inoculação das bactérias lácticas, os frascos foram submetidos ao processo de pasteurização a 98°C por 5 min. a fim de reduzir a carga microbiana contida nos resíduos. Para cada frasco no início de cada silagem, foi adicionado 6 ml de pré-cultura (Densidade Ótica: $\text{DO}_{600} = 6$), de forma que a concentração de inoculo no biorreator fosse 6% (v/p). Após o inoculo os biorreatores foram colocados em câmara incubadora para BOD (Marconi Incubadora MA 415) a 30°C e 35°C sem agitação por um período de 5 dias. Pode-se observar as etapas do processamento da silagem biológica na Figura 1.

Ao final de cada silagem, 25g de amostra foram coletadas assepticamente em câmara de fluxo laminar (FilterFlux) e submetidos para as análises microbiológicas. As demais amostras foram congeladas a -18°C para posteriores análises de composição proximal e caracterização dos perfis dos ácidos graxos contidos nos óleos das silagens.



Fonte: Roberto Araujo Bezerra.

Figura 1. Fluxograma operacional da silagem biológica de pacu e pintado.

3.4 Microrganismos

Foram utilizadas sete diferentes linhagens bacterianas das seguintes espécies: *Lactobacillus rhamnosus* NRRL B-442, *Bifidobacterium longum* NRRL B-41409, *Lactobacillus sakei* NRRL B-1917, *Lactobacillus brevis* NRRL-B 4527, *Pediococcus acidilactici* NRRL B-14958, *Lactobacillus casei* NRRL 1922 e *Leuconostoc lactis* NRRL 3468 gentilmente cedidas por James Swezey, da Coleção de Culturas ARS (NRRL), do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA).

Essas linhagens são caracterizadas por produzirem ácido láctico, o que favorece no processo de silagem biológica devido a diminuição do pH dos substratos, inibindo o crescimento de bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Serratia*, *Enteorbacter*, *Citrosactu*, *Achromobacter* e *Pseudomonas*, além de conservar a silagem.

3.5 Preservação e preparo do inoculo

As linhagens foram recebidas na forma liofilizada, cultivadas em 100ml de Caldo MRS (Man, Rogosa & Sharpe) até o fim da fase exponencial (reativação). Este meio contém (por litro): peptona, 10g; extrato de levedura, 4g; extrato de carne, 8g; glicose, 20g; fosfato dipotássico, 2g; acetato de sódio trihidratado, 5g; citrato de amônia, 2g; sulfato de magnésio heptahidratado; 0,2g, sulfato de manganês tetra hidratado, 0,05g, sorbitano monooleato, 1g. Para o preparo do meio ágar MRS adicionou-se 15g de ágar para cada litro de meio. Todos os componentes do meio foram homogeneizados, ajustados a pH 6,7 e esterilizados em autoclave a 121°C por 15 min.

Para o preparo dos experimentos, uma alíquotade cada bactéria láctica, cultivada no caldo MRS foi utilizada para inocular uma placa contendo ágar MRS. Após o plaqueamento, essas placas foram incubadas a 30°C por 48 h para o crescimento das colônias. Após a incubação as placas contendo as colônias das bactérias lácticas foram armazenadas a 8°C por um período de até 2 meses.

Após o crescimento das colônias na placa sobreágar MRS, com auxílio de uma alça de platina foram transferidas para frascos erlenmeyer com 200 ml de caldo MRS esterilizados. Os frascos depois de inoculados foram incubados em um agitador orbital (200 rpm) a 30°C (Marconi Incubadora MA 415). Ao passar aproximadamente 18 h de crescimento até atingir a densidade ótica (DO) desejada ($DO_{600} = 6$), 6 ml de meio cultivado (6%) foram transferidos para os frascos contendo as vísceras de peixe para a produção da silagem biológica.

Ao atingir a $DO_{600} = 6$, uma alíquota de 25 ml do caldo MRS contendo as células bacterianas, foram diluídas em Água Peptonada Bacteriológica e incubadas em placas de petri, para quantificar a formação de células de cada bactéria (UFC/g).

3.6 Determinações microbiológicas

Nas silagens foram realizadas as determinações microbiológicas para bolores e leveduras utilizando meios de cultura PDA (Potato Dextrose Agar), contagem total de mesófilos aeróbios totais, utilizando meios de cultura PCA (Plate Count Agar) e para bactérias lácticas, os meios de cultura MRS (Man, Rogosa & Sharpe) de acordo com o proposto por Silva et al., (2010).

As análises desses microrganismos foram feitas a partir de unidades analíticas para os ensaios gerais de quantificação, que compreendem a contagem total de bolores e leveduras, mesófilos aeróbios e bactérias lácteas.

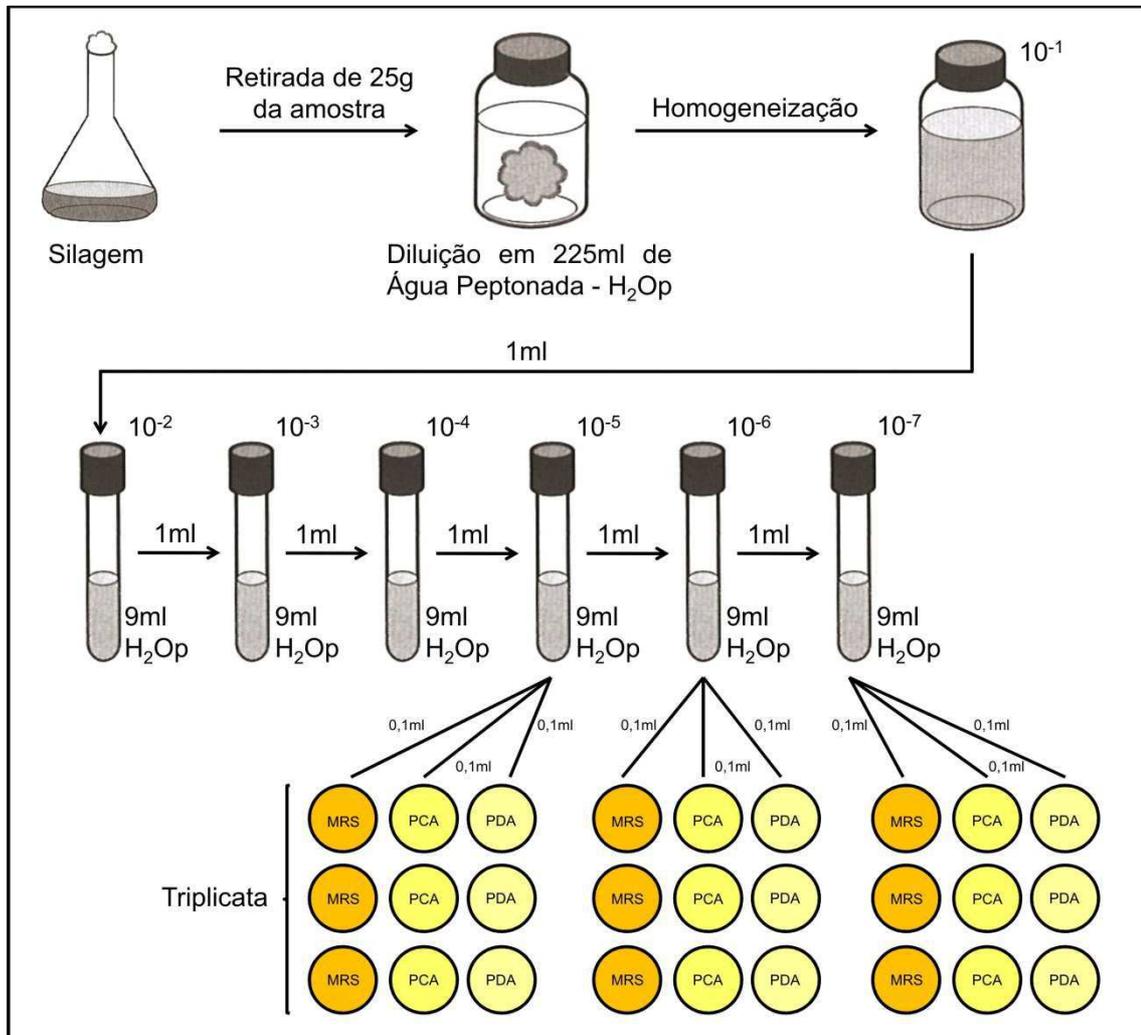
Para a quantificação desses microrganismos foram realizadas diluições das amostras de silagem em água peptonada a 0,1% (H₂O_p), sendo 25g de amostra de cada silagem para 225ml de H₂O_p. Após adicionada a amostra em água peptonada, foi feita a homogeneização para facilitar a liberação dos microrganismos da amostra, essa etapa se consistiu na primeira diluição (10⁻¹). Foram preparados tubos de ensaio contendo 9ml de H₂O_p a 0,1%. Uma alíquota de 1 ml foi transferida da amostra homogeneizada (10⁻¹) para o primeiro tubo de ensaio, consistindo-se na diluição de 10⁻², e assim sucessivamente para as demais diluições até se completar a diluição de 10⁻⁷. O esquema geral de análise para contagem para bolores e leveduras, mesófilos aeróbios totais e bactérias lácteas em placas estão descrito na Figura 2.

O plaqueamento foi realizado nas diluições de 10⁻⁵, 10⁻⁶ e 10⁻⁷, foram feitas em superfície (*Spread Plate*), no qual se consiste na transferência de 0,1ml do tubo de ensaio para a placa de petri sob o meio de cultura, e com auxílio de uma alça de *Drigalski* foi espalhado o inóculo até que o líquido fosse absorvido pelo meio fundido (Figura 2).

A técnica de plaqueamento em superfície é considerada vantajosa sob alguns aspectos, pois não expõe os microrganismos ao calor do meio fundido, permite a visualização de características morfológicas e diferenciais de colônias, facilita a transferência de colônias, caso queira fazer isolamento de algum microrganismo, permite a utilização de meios que não podem ser fundidos depois de prontos e não exige que os meios sejam translúcidos, (SILVA et al., 2010).

Todas as placas contendo o inóculo dos microrganismos foram incubados em BOD (Marconi Incubadora MA 415) de acordo com suas respectivas temperaturas ótimas de crescimento e tempo (SILVA et al., 2010), respectivamente. Para bolores e

leveduras foram incubadas por um período de 72 horas a 25°C, mesófilos aeróbios totais foram incubados por um período de 48 horas a 35°C e para bactérias lácteas foram incubadas também por um período de 48 horas a 30°C.



Fonte: Roberto Araujo Bezerra.

Figura 2. Esquema geral de análise para contagem de bolores e leveduras, mesófilos aeróbios totais e bactérias lácteas.

3.7 Aferição de pH

Foram aferidos o pH das silagens na fase inicial e final do processo fermentativo, foi utilizado potenciômetro digital (Hanna pH 21). Esse parâmetro auxiliou como um indicador para avaliar a produção de ácidos lácticos.

3.8 Determinações químicas (composição nutricional)

As determinações da composição nutricional das silagens foram realizadas com base na matéria seca, de acordo com os procedimentos da AOAC (1995). A umidade foi determinada através do método gravimétrico em estufa a 105°C até peso constante. O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de micro-Kjedahl e para determinar o teor de lipídios foi utilizado o método de Bligh Dyer.

3.9 Perfil de ácidos graxos

Para a caracterização de ácidos graxos, extraiu-se o óleo a partir do método Bligh Dyer. Para a secagem dos solventes foi utilizado nitrogênio gasoso, para evitar a oxidação do óleo e sua possível degradação.

O perfil de ácidos graxos foi determinado por meio de cromatografia gasosa com espectro de massa acoplado, CG-MS, utilizando-se cromatógrafo Agilent, modelo 7890A, equipado com coluna capilar HP- 5MS de 30m x 0,25mm x 0,25µm e gás hélio como gás de arraste na razão split1:10. As análises foram realizadas com temperatura de 180°C e taxa de aquecimento de 10°C/min até 300°C. A temperatura do detector foi de 325°C e 300°C para o injetor, sendo a análise cromatográfica realizada em duplicata.

Para tal análise, as amostras foram transesterificadas de acordo com o método proposto por Martins et al. (2012), utilizando HCl em metanol. Esse procedimento de transesterificação consiste em reações orgânicas, onde um éster é transformado em outro através da troca do resíduo alcoila (GERIS et al., 2007). Quando o éster original reage com um álcool, o processo de transesterificação é denominado alcoólise. Esta reação é reversível e prossegue essencialmente misturando os reagentes. Contudo, a presença de um catalisador (ácido ou base) acelera consideravelmente esta conversão, como também contribui para aumentar o rendimento da mesma (GERIS et al., 2007).

Sendo assim foram pesados aproximadamente 0,009 mg de amostra de cada óleo e adicionados 2 ml de clorofórmio. Em seguida, essa fração lipídica contendo clorofórmio foi submetida à secagem com nitrogênio gasoso e adicionados 500 µL de ácido clorídrico a 5% em metanol, logo após essa mistura foi incubada por um período de 2 horas a 100 ° C. Depois da reação, 1,25 ml de água foi adicionada à temperatura ambiente e extraiu-se a FAME com 1,25 ml de hexano.

A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação do tempo de retenção dos constituintes da amostra com uma mistura constituída de 19 padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos da Sigma e por comparação com os espectros de massa da biblioteca NISTMS *Search 2.0*, presente no software do cromatógrafo Agilent. A quantificação foi efetuada em porcentagem de área total de ácidos graxos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Pasteurização

Realizado o processo de pasteurização pôde-se observar redução na carga microbiana contida nas vísceras no tempo zero, (antes da inoculação com bactérias lácticas). Esse processo foi positivo para avaliar a competição entre a espécie inoculada e os microrganismos mesófilos presentes nos meios pasteurizados. Testes de esterilização dos substratos foram realizados, entretanto o produto se liquefez perdendo a característica de silagem biológica. Foram avaliados bactérias lácticas (BAL), mesófilos totais (MES) e fungos (FUN), respectivamente. A Figura 3 apresenta o conteúdo de microrganismos (bactérias lácticas e mesófilos aeróbios totais) presentes na silagem biológica anterior a pasteurização. Nos substratos pasteurizados não foram encontradas unidades formadoras de colônia (UFC).

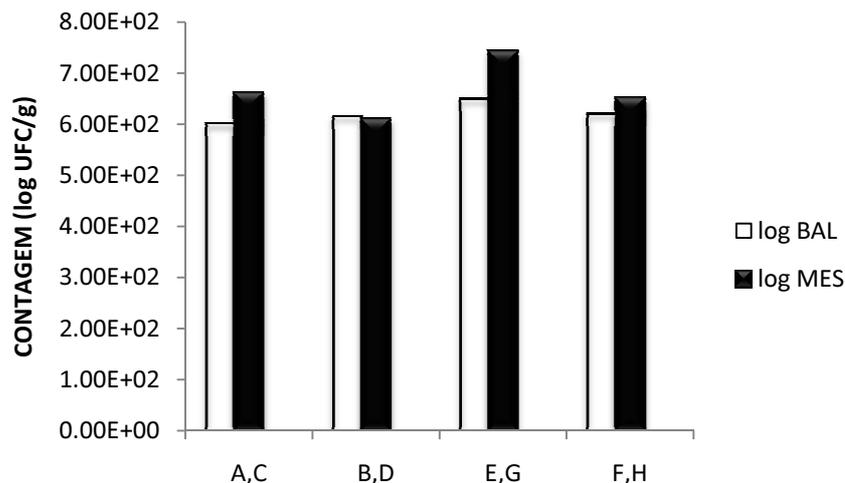


Figura 3. Contagem de microrganismos em UFC/g antes da inoculação sem pasteurização, correspondente a cada formulação: A (200 g/Vpac a 30°C), B (180 g/Vpac + 20 g/MC a 30°C), C (200 g/Vpac a 35°C), D (180 g/Vpac + 20 g/MC a 35°C), E (200 g/Vpin a 30°C), F (180 g/Vpin + 20 g/MC a 30°C), G (200 g/Vpin a 35°C) e H (180 g/Vpin a 35°C).

Observou-se maior concentração de bactérias lácticas e de mesófilos aeróbios totais nas vísceras de pintado (E-F), predominando nas formulações microrganismos mesófilos, quando comparados às bactérias lácticas. Não houve crescimento de fungos nas silagens com ou sem pasteurização. Os mesófilos apresentaram em média, concentrações de $6,10 \times 10^2$ e $7,42 \times 10^2$ UFC/g, respectivamente (Figura 1), e as bactérias lácticas nas concentrações de $6,10 \times 10^2$ e $6,50 \times 10^2$ UFC/g.

4.2 Inoculo

A partir das silagens biológicas de pacu e pintado previamente preparadas, observou-se que o tempo estimado para alcançar a $DO_{600} = 6$, variou de 16-22h. Feitas as diluições e incubadas, foi encontrado as seguintes valores para a contagem de células das bactérias lácticas: $7,25 \times 10^7$, $4,68 \times 10^7$, $1,69 \times 10^7$, $8,74 \times 10^7$, $4,1 \times 10^7$, $6,17 \times 10^7$ e $8,62 \times 10^7$ UFC/g para *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus acidilactici*, *Leuconostoc lactis* e *Lactobacillus casei*, respectivamente (Figura 4).

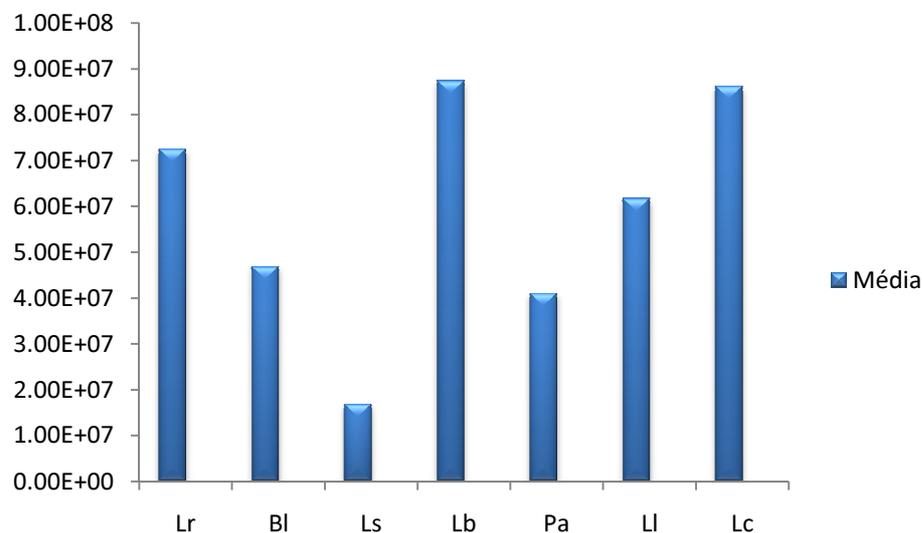


Figura 4. Concentração do inóculo para Lr (*Lactobacillus rhamnosus*), Bl (*Bifidobacterium longum*), Ls (*Lactobacillus sakei*), Lb (*Lactobacillus brevis*), Pa (*Pediococcus acidilactici*), Ll (*Leuconostoc lactis*) e Lc (*Lactobacillus casei*), ($DO_{600} = 6$).

Os valores distintos obtidos entre as espécies podem ter ocorrido em razão de diferenças na morfologia das células, como um menor volume, que não puderam ser determinadas por método espectrofotométrico, método indireto de determinação

da concentração celular. Neste caso, apesar da $DO_{600} = 6$ ter sido a mesma, o maior número de células no meio líquido foi provavelmente responsável pelo maior número de células detectado durante as contagens em placas.

Os resultados do presente estudo demonstraram semelhanças aos obtidos por Borghesi (2004) em ensaios com *Lactobacillus plantarum* em silagem biológica, o mesmo obteve concentração celular de aproximadamente 10^8 , o que foi similar ao encontrado neste estudo, embora com método diferente para preparação de seu inóculo.

4.3 Cultivos

A Figura 5 apresenta a contagem de bactérias lácticas *Lactobacillus rhamnosus* em meio MRS, enquanto a Figura 6 indica a contagem de mesófilos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo em diferentes meios pasteurizados (A-H).

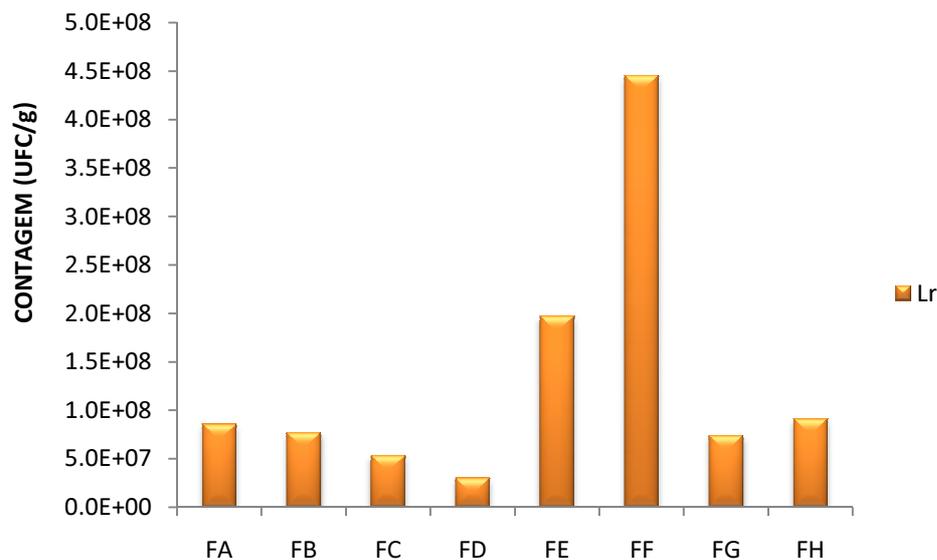


Figura 5. Contagem de bactérias lácticas *Lactobacillus rhamnosus*(Lr) em meio MRS após 5 dias de cultivo;(FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

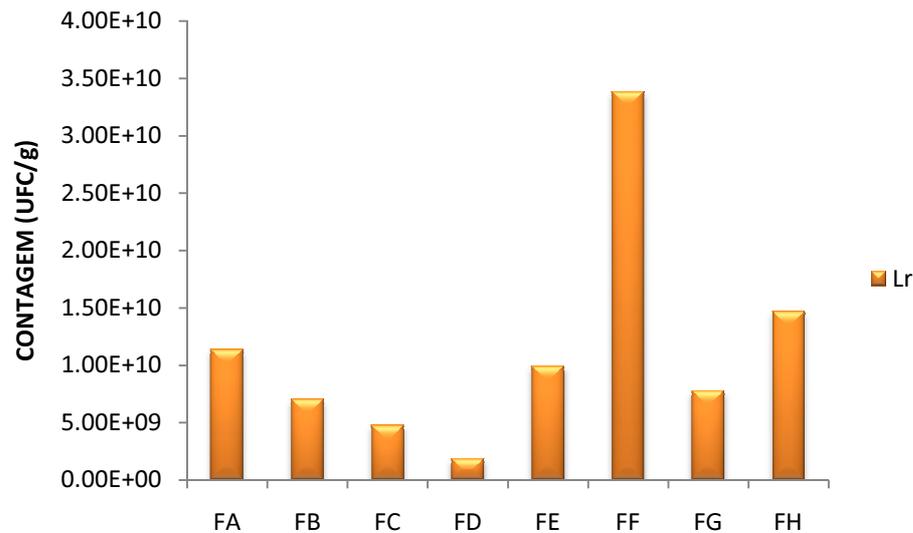


Figura 6. Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios totais em UFC/g em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Lactobacillus rhamnosus*(Lr); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

Pode-se observar que a concentração final de *L. rhamnosus* foi superior nos meios contendo víscera de pintado a 30°C, em que o melaço influenciou no crescimento celular. Após comparar as Figuras 5 e 6, o resultado mostra que o meio influenciou de igual maneira no crescimento de bactérias lácticas e microrganismos mesófilos. A semelhança no crescimento bacteriano pode ser também atribuída à eficácia da pasteurização do meio, visto que parece não haver crescimento competitivo por microrganismos diferentes aos analisados neste estudo.

Este comportamento sucedeu-se de maneira geral também para os demais microrganismos estudados. Na fermentação de pescados por bactérias lácticas a multiplicação celular é influenciada pela quantidade e tipo de açúcar utilizado. Contudo a composição do material, a atividade de água, o pH, a concentração de NaCl e a temperatura também influenciam o processo (ADAMS et al., 1987).

As Figuras 7 e 8 indicam de maneira análoga os crescimentos de *Bifidobacterium longum* de mesófilos aeróbios totais nos meios MRS e PCA, respectivamente.

Para *B. longum* observou-se que as formulações com vísceras de pintado apresentaram maior desempenho. Na presença de melaço houve maior crescimento independentemente da temperatura (Figuras 7 e 8). Contudo não foi possível

avaliar qual a melhor temperatura, pois não foi verificado se houve diferença expressiva entre os tratamentos.

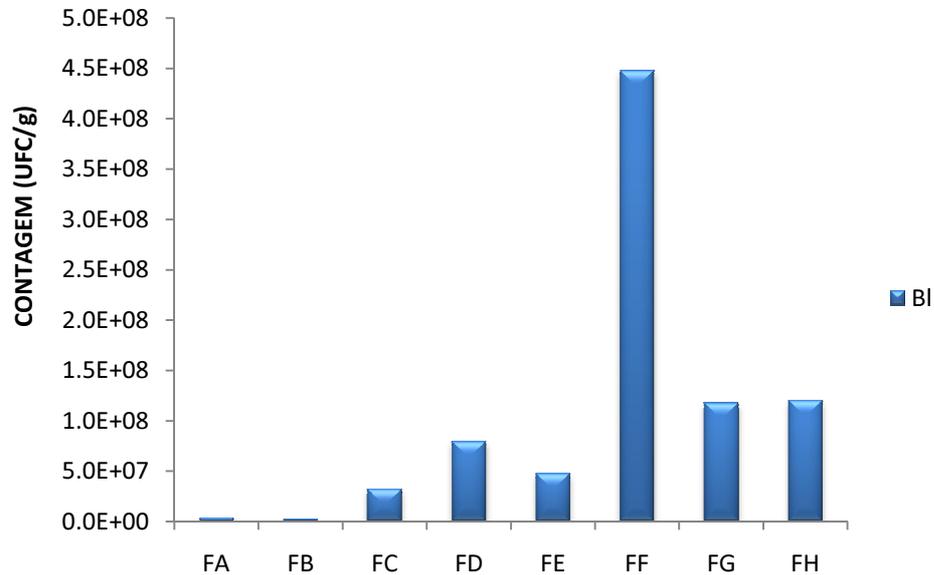


Figura 7. Contagem de bactérias lácticas *Bifidobacterium longum*(Bi) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

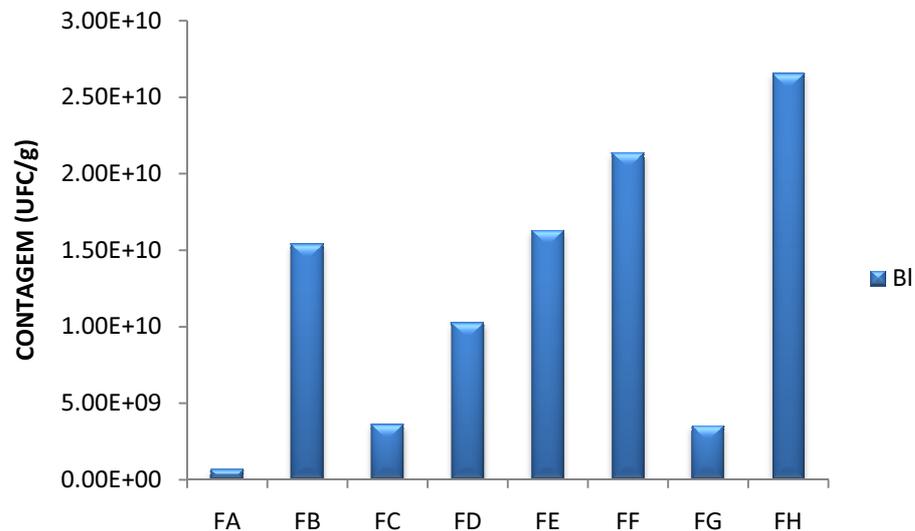


Figura 8. Contagem de microrganismos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Bifidobacterium longum*(Bi); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

A Figura 9 apresenta a contagem de bactérias lácticas *Lactobacillus sakei* enquanto a Figura 10 indica a contagem de mesófilos aeróbios totais em termos de UFC/g após 5 dias de cultivo nas diferentes formulações (A-H).

Pela Figura 9 é possível presumir que *L. sakei* cresce melhor também em vísceras de pintado e na presença de melaço. Porém pela Figura 10 apenas o melhor crescimento em vísceras de pintado torna-se evidente. Observou-se que ao comparar o crescimento de *L. sakei* com o de microrganismos mesófilos totais em vísceras de pintado existe pequena diferença entre as formulações E e G em relação as formulações F e H, o que poderia ser atribuída à questão da ausência de melaço nos dois primeiros. Isto pode favorecer o crescimento daqueles microrganismos não lácticos (não inoculados), apesar da concentração dos mesmos ser bastante menor nos substratos pasteurizados (tempo zero). *L. sakei* é frequentemente reportado como microrganismo predominante em processos fermentativos (RANTSIOU et al., 2005), contudo, para os substratos cárneos estudados não apresentou os melhores resultados.

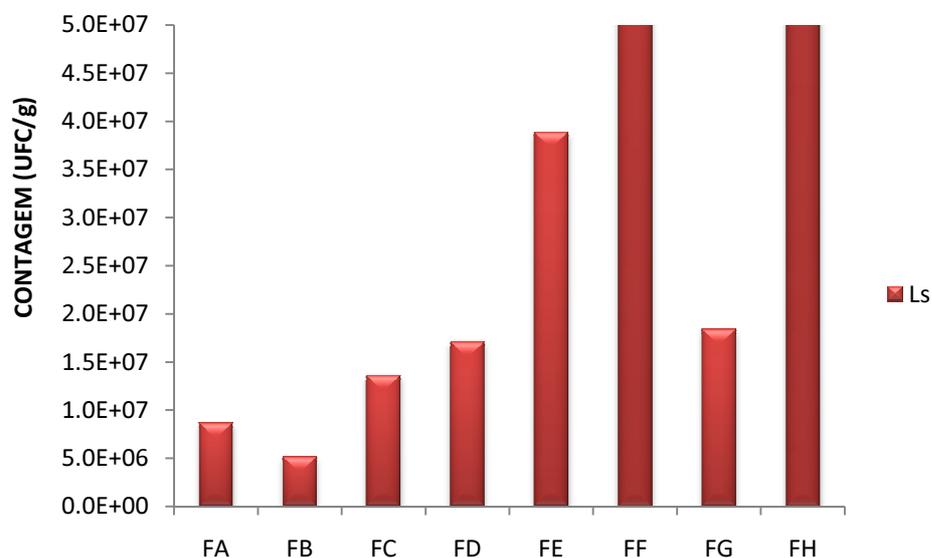


Figura 9. Contagem de bactérias lácticas *Lactobacillus sakei* NRRL B-1917 (Ls) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

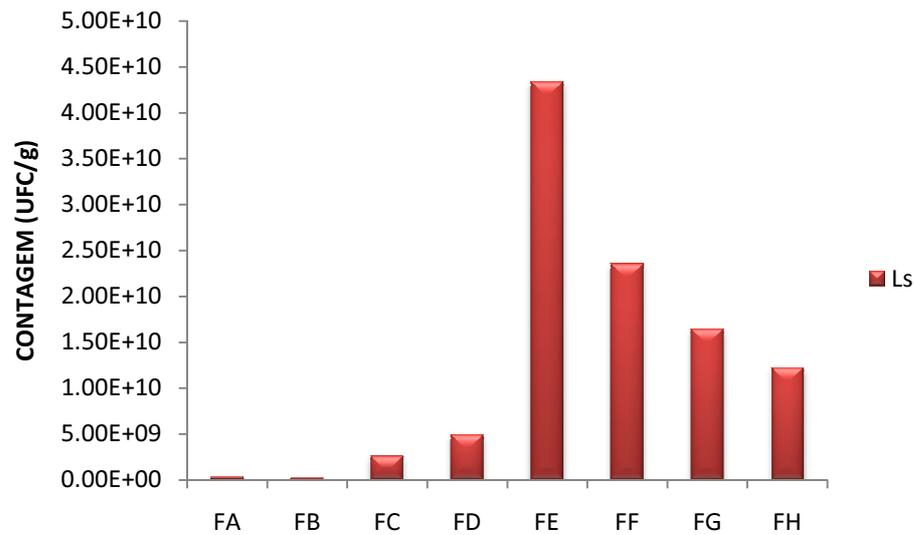


Figura 10. Contagem de microrganismos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Lactobacillus sakei*(Ls); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

A Figura 11 apresenta a contagem de bactérias lácticas *Lactobacillus brevis* enquanto a Figura 12 indica a contagem de mesófilos aeróbios totais em termos de UFC/g após 5 dias de cultivo nas diferentes formulações (A-H).

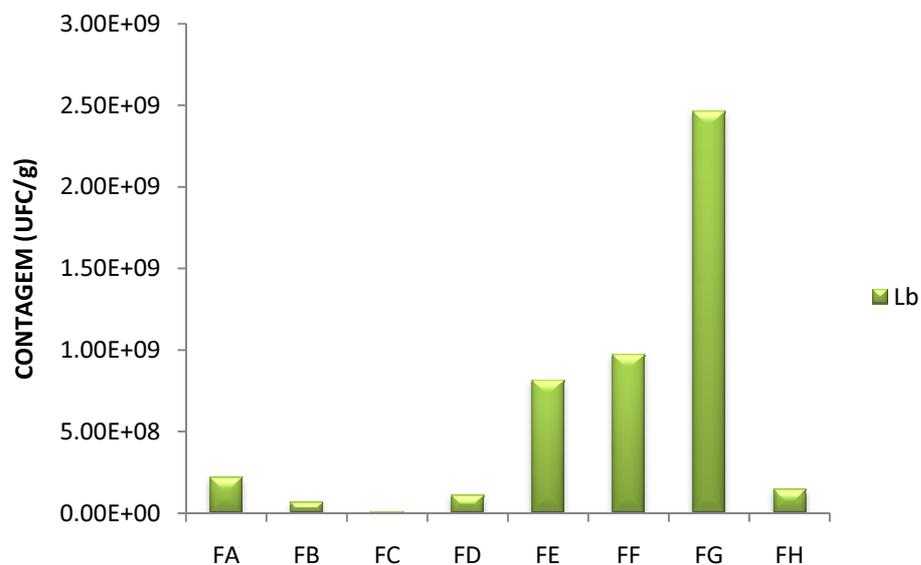


Figura 11. Contagem de bactérias lácticas *Lactobacillus brevis*(Lb) em meio RMS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

Em cultivos com *L. brevis* observa-se que o melhor crescimento continua sendo em vísceras de pintado. Entretanto este foi melhor na ausência de melaço (formulação G). Para esta bactéria a temperatura de 35°C foi a melhor para seu crescimento.

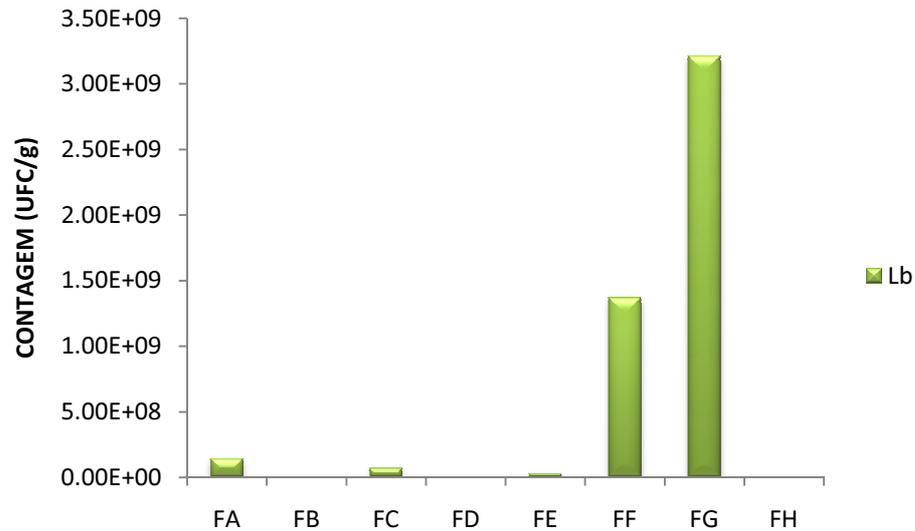


Figura 12. Contagem de microrganismos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Lactobacillus brevis* NRRL-B 4527 (Lb); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

As Figuras 13 e 14 indicam de maneira análoga os crescimentos de *Pediococcus acidilactici* o total de microrganismos presentes nos meios.

P. acidilactici apresentou comportamento bastante semelhante ao observado para *L. rhamnosus* (Figuras 5 e 6): formulações à base de vísceras de pintado e melaço a 30°C favorecerem o crescimento desta bactéria.

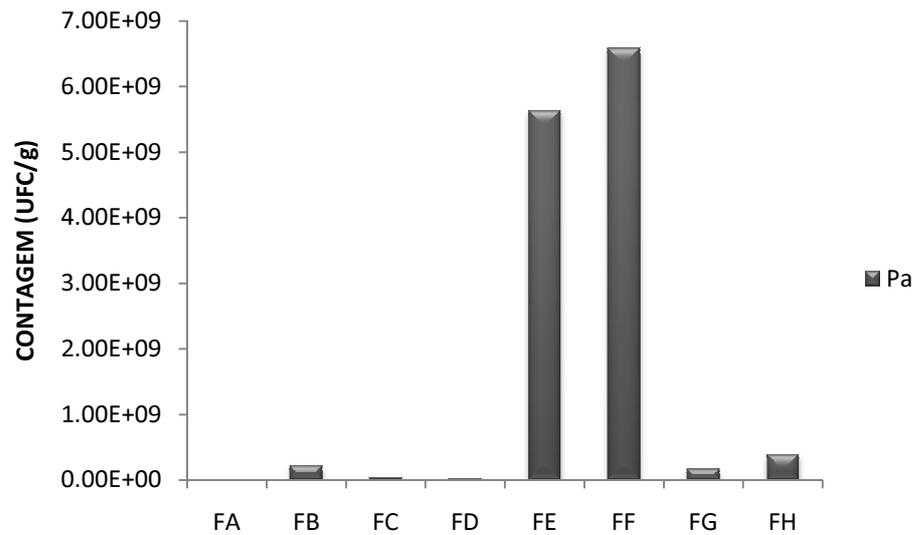


Figura 13. Contagem de bactérias lácticas *Pediococcus acidilactici*(Pa) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.0

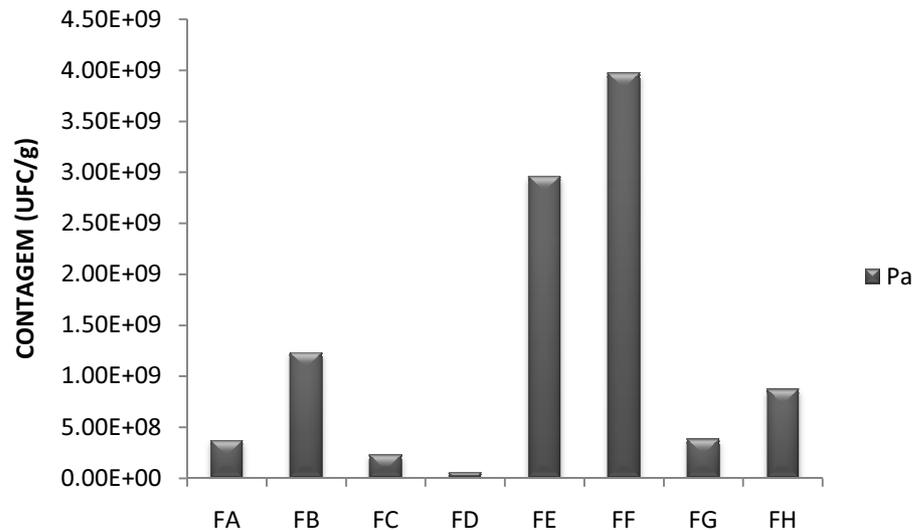


Figura 14. Contagem de microrganismos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Pediococcus acidilactici* (Pa); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

Já as silagens realizadas contendo inoculo de *Leuconostoc lactis* também apresenta semelhança no perfil de crescimento das bactérias lácticas, visto que as formulações contendo melaço verificou-se também um melhor crescimento dessa bactéria (Figuras, 15 e 16).

Em relação às bactérias lácticas nessa silagem, observa que a presença de gordura presente nas vísceras de pacu, inibiu o crescimento de *Leuconostoc lactis*, mas que em vísceras de pintado houve crescimento dessa bactéria.

Em meios PCA observou-se que houve crescimento microbiano nas vísceras de pacu, podendo afirmar que quando comparado com o meio MRS esse crescimento não manteve ao observado em *Leuconostoc lactis*.

Nas vísceras de pintado tanto em meio MRS quanto em PCA observou-se similaridade nos perfis de crescimento desta bactéria. Com isso a presença da gordura contida em vísceras de pacu, influenciou no metabolismo da bactéria láctica inibindo o seu crescimento, não sendo favorável o produto final da silagem biológica.

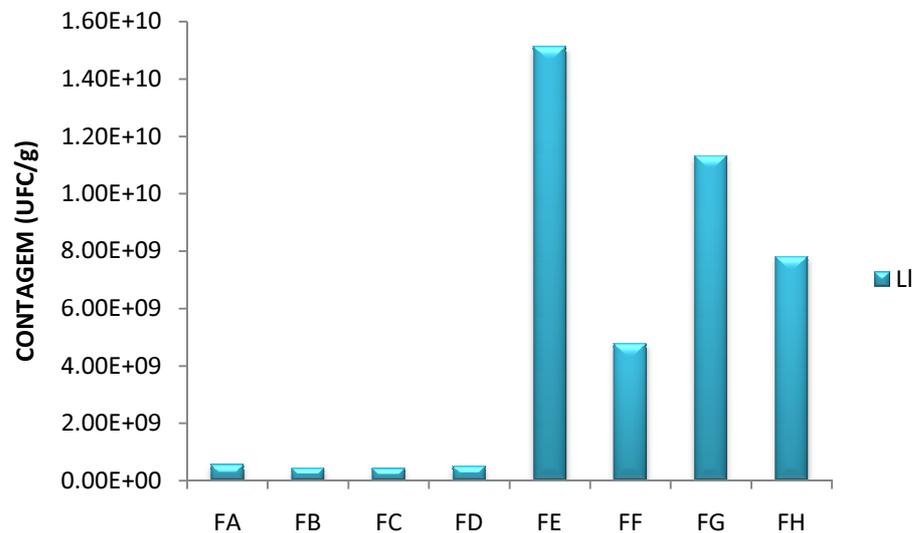


Figura 15. Contagem de bactérias lácticas *Leuconostoc lactis*(LI) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

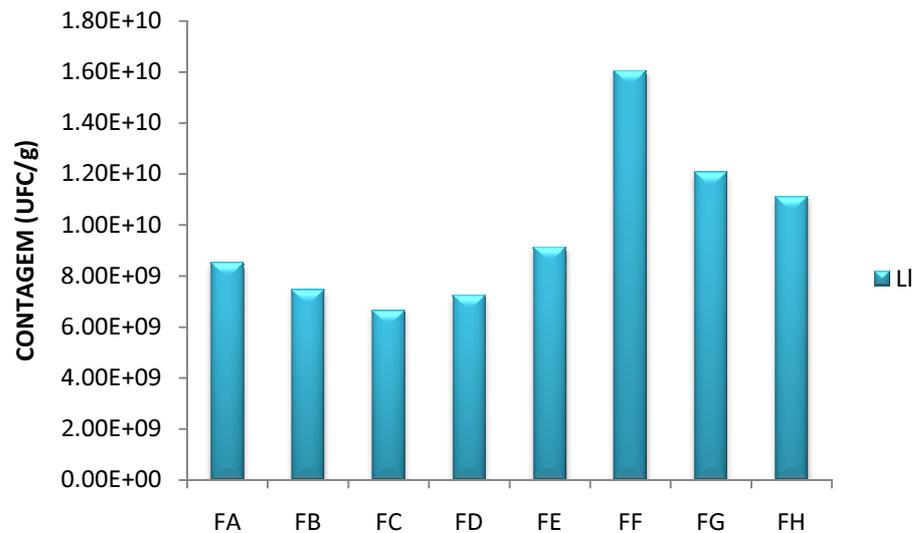


Figura 16. Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Leuconostoc lactis*(LI); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

Por último foi avaliado outra bactéria láctica (*Lactobacillus casei*), a fim de mostrar neste presente estudo qual bactéria láctica apresenta um melhor potencial para produção de silagem biológica, devido ao seu crescimento e consequentemente a sua produção de ácidos lácticos (Figura 17 e 18).

Lactobacillus casei apresentou bom crescimento em vísceras de pintado, não observado o mesmo crescimento em vísceras de pacu. Ficou evidente para esta bactéria que a presença de gordura inibiu o seu crescimento. Pode-se observar que o crescimento em mesófilos aeróbios totais foi semelhante ao meio para bactérias lácticas. Sendo assim, podemos afirmar que bactérias lácticas crescem em meios PCA.

Para os microrganismos mesófilos totais, a ordem de grandeza das contagens foi semelhantes as observadas nas bactérias lácticas. Isto indica que as bactérias lácticas forma predominantes, além de permanecerem viáveis após os 5 dias de cultivo. Observou-se bom crescimento em grande parte dos meios estudados, o que pode indicar sob as características finais do produto obtido, liquefeito.

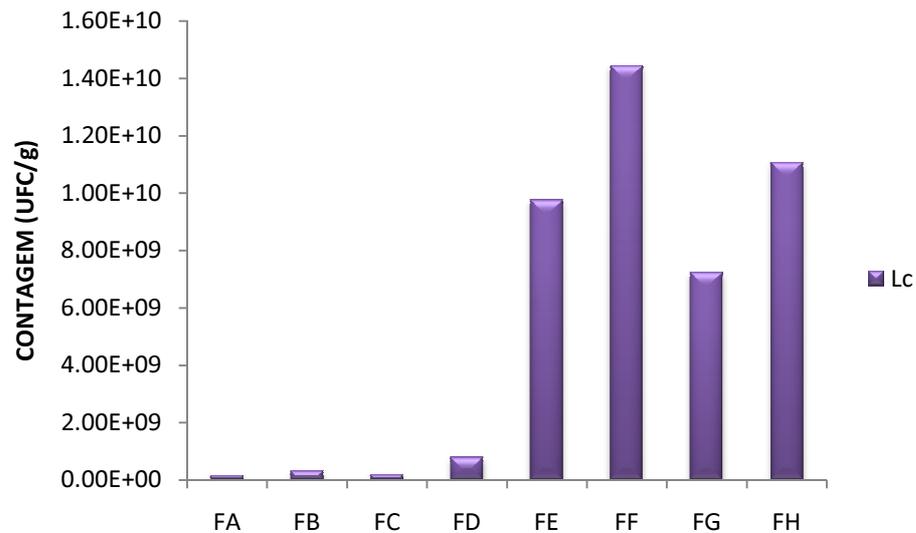


Figura 17. Contagem de bactérias lácticas *Lactobacillus casei*(Lc) em meio MRS após 5 dias de cultivo; (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

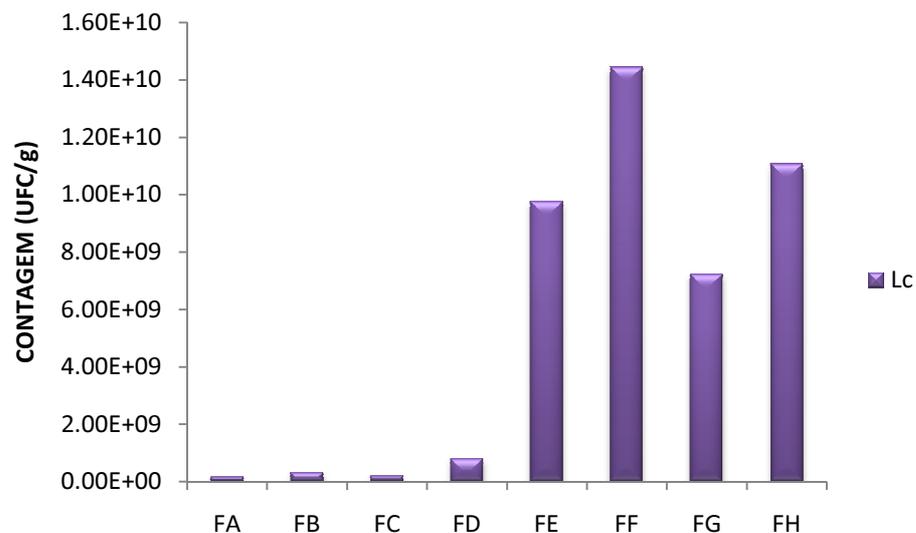


Figura 18. Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios totais em meio PCA após 5 dias de cultivo com *Lactobacillus casei*(Lc); (FA) Formulação A, (FB) Formulação B, (FC) Formulação C, (FD) Formulação D, (FE) Formulação E, (FF) Formulação F, (FG) Formulação G e (FH) Formulação H.

A principal característica do processo de silagem, cuja intensidade variou em função da presença ou não da concentração de melaço, foi verificada nestas silagens. Outras características importantes observadas foram a liquefação completa do meio sólido e a formação intensa de bolhas devido à produção de CO₂.

Nas formulações correspondentes com vísceras de pacu, embora tenha havido menor crescimento, não ocorreu a formação de odores, haja vista que a gordura das vísceras deste peixe conservou o produto final.

Contudo, nas formulações E (víscera de pintado, ausência de melão, 30°C) e G (vísceras de pintado, ausência de melão, 35°C), obtiveram essa formação de bolhas.

4.4 Composição nutricional

Na Tabela 2 estão representados os valores iniciais e finais (após 5 dias de cultivo) da aferição de pH na silagem biológica.

Tabela 2. Aferição de pH inicial (tempo zero) e final (após cinco dias de fermentação) nas silagens biológicas com *Lactobacillus rhamnosus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus acidilactici*, *Leuconostoc lactis* e *Lactobacillus casei*.

Aferição de pH															
F	Bactérias lácticas														
	Tz	Lr		Bl		Ls		Lb		Pa		Ll		Lc	
	Inicial	Inicial	Final												
A	6,81	6,19	5,81	6,07	5,25	6,1	5,24	5,82	5,01	5,78	5,44	5,52	5,1	5,9	5,24
B	6,44	5,8	4,03	5,77	4,18	5,65	4,13	5,37	4,07	5,28	4,36	5,35	4,66	5,51	4,15
C	6,79	6,21	6,09	6,16	5,76	6,11	5,76	5,78	4,86	5,74	5,38	5,53	5,12	5,89	5,57
D	6,41	5,86	3,97	5,75	4,09	5,7	4,25	5,35	4,14	5,33	4,25	5,36	4,57	5,53	4,19
E	7	5,46	7,05	5,49	6,01	5,38	6,82	5,61	6,35	5,55	6,89	5,71	6,45	5,52	6,63
F	6,92	5,52	4,46	5,54	4,4	5,5	4,4	5,69	4,21	5,71	4,16	5,7	4,11	5,61	4,3
G	7,02	5,46	7,2	5,57	5,98	5,43	7,04	5,59	6,15	5,5	7,03	5,73	6,38	5,53	6,7
H	6,94	5,54	4,38	5,58	4,36	5,52	4,45	5,72	4,1	5,68	4,09	5,7	4,06	5,63	4,23

F: formulação; Tz: tempo zero; Lr: *Lactobacillus rhamnosus*; Bl: *Bifidobacterium longum*; Ls: *Lactobacillus sakei*; Lb: *Lactobacillus brevis*; Pa: *Pediococcus acidilactici*; Ll: *Leuconostoc lactis* e Lc: *Lactobacillus casei*.

A preservação do material ensilado é verificada pela redução do pH, que é produzido pela ação das bactérias lácticas com o meio formando alguns ácidos orgânicos, como o ácido láctico. Essa redução previne contra a ação de microrganismos contaminantes, além de propiciar a ação de enzimas naturalmente presentes nas vísceras que são responsáveis pela hidrólise proteica, (KOMPIANG,

1981; NUNES, 1999; RIVERO e VIANA, 1996; TATTERSON e WINDSOR, 1974; VIZCARRA-MAGAÑA et al., 1999; ZAHAR et al., 2002).

Independente do período de armazenamento da silagem, recomenda-se a aferição do pH nos substratos, para monitoramento do produto. No caso de uma silagem biológica, é possível verificar se a bactéria inoculada está metabolizando os substratos e produzindo ácidos orgânicos, pela determinação do pH. Caso contrário, se o pH não estiver em declínio, mas sim aumentando, pode indicar que as células bacterianas estão morrendo, caracterizando assim a deterioração da silagem.

Quanto ao teor de umidade pode-se perceber grande diferença quando comparado às duas vísceras. (Tabela 3). Alguns autores recomendam a parcial desidratação da silagem por meio da adição de outros produtos ou subprodutos, como por exemplo, farelo de soja (FAGBENRO, 1994; FAGBENRO et al., 1995a; FAGBENRO e BELLO-OLUSOJI, 1997; VIDOTTI, 2001). A mistura da silagem de pescado com o farelo de soja vem obtendo melhores resultados em experimentos de desempenho e digestibilidade com diversas espécies de peixes, (BORGHESI et al., 2008).

Para Borghesi et al., (2008) a realização de uma “co-secagem” da silagem, ajuda a diminuir o teor de umidade e melhorar as possíveis limitações no perfil de aminoácidos, ou seja, se o perfil de aminoácidos em uma silagem biológica estiver baixo, por exemplo, o triptofano, a reposição pode ser pela adição do farelo de soja, que além de ajudar na desidratação da silagem favorece no perfil de aminoácidos.

Assim como a utilização do farelo de soja, pode ser proposta também uma mistura com outro tipo de farelo vegetal, como o arroz, quirela de milho, farelo de trigo, ou até mesmo farelo de resíduos de frutos, desde que feito análises da composição desses farelos antes da mistura.

Os valores médios para o teor de umidade nas vísceras de pacu corresponderam aproximadamente a 39%, enquanto os teores de umidade das vísceras de pintado corresponderam a 70%, ou seja, podemos afirmar que o teor de umidade encontrada nas vísceras de pintado em relação à de pacu corresponderam em média 32% a mais.

Essa diferença no teor de umidade já era esperada, visto que a quantidade de água utilizada no momento do esviceramento pelo frigorífico de ambas as vísceras, eram a mesma. Entretanto no momento de obtenção das vísceras no frigorífico, as de pintado continham uma maior quantidade de água quando comparadas com a de

pacu. Esse fato pode estar relacionado com o elevado teor de gordura encontrado em vísceras de pacu.

Tabela 3. Teor de umidade no tempo zero dos substratos e nas silagens biológicas no (Tz) tempo zero e com (Lr) *Lactobacillus rhamnosus*, (BI) *Bifidobacterium longum*, (Ls) *Lactobacillus sakei*, (Lb) *Lactobacillus brevis*, (Pa) *Pediococcus acidilactici*, (LI) *Leuconostoc lactis* e (Lc) *Lactobacillus casei*.

Percentual (%) de Umidade								
Formulações	Tz	Lr	BI	Ls	Lb	Pa	LI	Lc
A	29,09	46,89	61,80	45,21	36,87	31,56	32,37	36,87
B	32,71	42,08	55,95	47,49	43,97	20,66	31,67	31,67
C	29,09	45,75	32,09	50,54	41,83	30,73	30,00	30,73
D	32,71	40,72	51,41	46,45	38,39	29,53	33,90	38,39
E	74,53	78,82	70,45	76,01	73,14	72,64	68,26	70,45
F	69,30	72,66	66,24	70,63	68,24	71,00	68,62	66,24
G	74,53	83,18	71,65	80,05	75,00	74,16	63,82	67,50
H	69,30	68,86	66,11	66,88	68,63	67,94	67,31	68,00

Neste estudo os teores de umidades obtidos em vísceras de pintado nas formulações F e H, foram semelhantes aos encontrados por Vázquez et al., (2011) em vísceras de peixe espada, raia e tubarão, 66%, 67% e 64% respectivamente.

Quanto ao teor proteico, alguns autores relatam que a silagem possui elevado potencial para a utilização na aquicultura, devido sua semelhança com a matéria-prima, fornecendo proteína de boa qualidade, alta digestibilidade e de baixo custo (HONCZARYK; MAEDA, 1998; VIDOTTI, 2001; VIDOTTI et al., 2003). Entretanto, segundo Sales (1995), quando as proteínas são expostas a lipídios peroxidados, podem-se complexar com proteínas por meio de associações e/ou ligações de hidrogênio, causando perda do valor nutritivo.

A Tabela 4 apresenta os valores de proteína bruta (PB) das diversas silagens de vísceras de pacu e pintado. As silagens de vísceras de pacu apresentaram aproximadamente 22% de PB, enquanto a de pintado apresentou 50% de PB.

As silagens biológicas podem ser utilizadas na alimentação de diversos animais. Trabalhando com suínos Sales (1995) avaliou diferentes concentrações de silagem de peixe na ração: 5%, 10% e 15%, e os resultados demonstraram que o nível ideal de complementação com a silagem para a obtenção de maior valor nutricional foram as dietas contendo 5% de silagem de peixe para os suínos nas fases de crescimento e terminação.

Borghesi (2004) avaliou três tipos de silagem: ácida, enzimática e biológica. Os maiores teores de PB foram encontrados à silagem enzimática (54,50%), e ácida (54,25%) e por último na silagem biológica (33%). Segundo o autor essa diminuição do teor proteico da silagem biológica ocorreu devido a adição do melaço, a uma diluição do sistema, pela incorporação de umidade e sólidos.

Tabela 4. Teor de proteína bruta no (Tz) tempo zero dos substratos e nas silagens biológicas com (Lr) *Lactobacillus rhamnosus*, (Bl) *Bifidobacterium longum*, (Ls) *Lactobacillus sakei*, (Lb) *Lactobacillus brevis*, (Pa) *Pediococcus acidilactici*, (Li) *Leuconostoc lactis* e (Lc) *Lactobacillus casei*.

Percentual de Proteína Bruta (PB)								
Formulações	Tz	Lr	Bl	Ls	Lb	Pa	Li	Lc
A	11,93	25,09	20,39	21,59	22,51	19,39	18,60	19,80
B	11,91	20,00	12,95	17,68	18,19	20,35	24,86	22,60
C	11,93	24,62	21,69	27,20	30,06	29,78	26,96	30,75
D	11,91	23,56	24,05	20,10	34,07	38,33	35,26	25,94
E	63,32	54,88	49,92	62,24	71,00	63,07	64,01	52,75
F	50,86	40,89	40,98	43,68	36,84	57,64	55,25	49,05
G	63,32	39,13	48,66	63,67	52,46	63,85	59,25	55,08
H	50,86	44,51	42,78	33,05	31,00	33,81	39,35	45,47

Quanto ao teor lipídico foi encontrado um alto nas vísceras de pacu, chegando a uma média aproximada de 50% enquanto que nas vísceras de pintado foi encontrada uma média de 27%.

Segura (2012) descreve sobre o rendimento de óleo que obteve nas vísceras de pacu, truta arco-íris e curimatá, 42,53%, 27,58% e 13,75%, respectivamente.

Em um estudo com silagem biológica de Tilápia do Nilo utilizando *Lactobacillus plantarum*, foi obtido valores bem abaixo do que os encontrados nas vísceras de pacu e pintado, Borghesi (2004) obteve teor lipídico de 12,25%. As vísceras representam entre 7% e 15% do peso corporal dos peixes, e estão compostas por até 45% de lipídios de armazenamento (óleo) (SANTOS et al., 2010).

Um fator importante sobre a deterioração da qualidade das silagens armazenadas por longos períodos é o processo de oxidação lipídica, processo pelo qual resulta em alterações de sabor, cor, textura, valor nutricional e produção de componentes tóxicos (SALES, 1995; FAO, 1997).

Na Tabela 5 a alta concentração de lipídios nas vísceras de pacu, o que pode não ser um produto final com alto valor nutricional e também não ser recomendado para utilização em rações. Sendo assim a extração de óleo, antes do processo de

silagem poderia ser uma alternativa para redução do teor lipídico. Além disso, quando comparado ao crescimento em vísceras de pintado (com menor teor de gordura), percebeu-se um menor crescimento das bactérias lácticas (Figuras 5-18).

Tabela 5. Teor de lipídios no (Tz) tempo zero dos substratos e nas silagens biológicas com (Lr) *Lactobacillus rhamnosus*, (Bl) *Bifidobacterium longum*, (Ls) *Lactobacillus sakei*, (Lb) *Lactobacillus brevis*, (Pa) *Pediococcus acidilactici*, (Ll) *Leuconostoc lactis* e (Lc) *Lactobacillus casei*.

Percentual (%) de Lipídios								
Formulação	Tz	Lr	Bl	Ls	Lb	Pa	Ll	Lc
A	49,05	49,97	51,93	47,96	49,44	50,59	50,38	50,96
B	49,88	42,98	47,39	54,84	46,39	45,96	45,92	46,52
C	49,05	58,24	55,30	49,70	53,06	54,97	53,36	54,06
D	49,88	51,16	48,83	56,09	48,47	49,19	47,90	47,98
E	29,06	33,73	28,90	27,84	22,91	21,37	28,05	27,90
F	17,69	26,34	25,00	26,28	27,58	18,53	25,41	23,12
G	29,06	37,33	29,87	28,69	25,18	22,39	29,22	30,32
H	17,69	29,79	30,71	32,10	26,36	30,68	28,15	29,70

Alguns autores citam que esta fração interfere na qualidade da silagem, pois como os ácidos graxos que constituem a fração lipídica do pescado são predominantemente insaturados, estes podem oxidar facilmente, resultando em alterações de sabor, cor, textura, valor nutricional, além de serem considerados potenciais produtores de componentes tóxicos (FAO, 1997; RAAeGILDBERG, 1982; SALES, 1995). O processo oxidativo pode ser acelerado se a silagem de pescado estiver em contato com a luz e o ar (FAO, 1997).

Nelson e Cox (2000) relatam que oxidação de lipídios pode causar a formação de peróxidos que podem complexar as proteínas por meio de ligações físicas e covalentes. Essas ligações covalentes entre produtos oxidados e proteínas podem romper as ligações peptídicas e desestruturar aminoácidos como o triptofano, oxidar metionina e ligar a lisina a outros compostos tornando estes aminoácidos indisponíveis (SALES, 1995).

Pode-se observar que a composição proximal variou de uma espécie de pescado para outra e até entre a mesma espécie. Isso está correlacionado a época do ano, tipo de alimentação, grau de maturação gonadal e sexo. Como a composição da silagem é muito semelhante à matéria-prima, o valor nutricional da silagem também varia, segundo os fatores citados.

Conforme Oetterer (1999) o valor nutricional da silagem está na elevada digestibilidade proteica que deve ser preservada, evitando-se armazenamento prolongado e, portanto, hidrólise excessiva. Já Kompang (1981) afirma que o aumento no tempo de armazenamento diminui a eficiência de conversão, sendo o valor nutricional afetado negativamente. Assim como há relação direta entre o escurecimento provocado por reações dos lipídios e a perda do valor nutritivo. Outro fator importante na deterioração da qualidade das silagens armazenadas por longos períodos é o processo de oxidação lipídica, resultando em alterações de sabor, cor, textura e valor nutricional, além da produção de componentes tóxicos.

Em relação às proteínas expostas a lipídios peroxidados, porção considerável desses, complexa-se com proteínas mediante associações e/ou ligações de hidrogênio causando perda do valor nutritivo (SALES, 1995).

4.5 Perfil de ácidos graxos

O consumo de óleo de peixe como complemento alimentar seria uma das principais ferramentas para equilibrar a relação entre ácidos graxos n-3 e n-6 no organismo. Além disso, o óleo de peixe, para que esteja apto para o consumo deve ser submetido a adequados processos de purificação (MORAIS et al., 2001).

Carrero et al. (2005), relata que a procura de fontes e técnicas potencialmente adequadas de produção de AGPI n-3 a partir dos produtos e subprodutos da aquicultura é uma área de interesse que vem crescendo cada vez mais. Sendo assim o desenvolvimento de métodos para reutilização dos resíduos de piscicultura apresenta-se como uma alternativa na busca por esses óleos, considerando o crescente desenvolvimento que a aquicultura no Brasil.

A Tabela 6 apresenta a composição em ácidos graxos em porcentagem relativa ao óleo bruto das vísceras de pacu e pintado no tempo zero com pasteurização, juntamente com o somatório de ácido graxos poli-insaturados (AGPI), monoinsaturados (AGMI) e saturados (AGS). Os ácidos graxos que apresentaram concentrações abaixo de 1% não foram considerados nesse estudo. Seu somatório foi identificado como “outros” ácidos graxos.

No entanto, foi encontrado total de 7 diferentes ácidos graxos no óleo bruto de vísceras de pacu e 10 no óleo bruto de vísceras de pintado. Neste caso, devido as amostras serem referentes ao tempo inicial (tempo zero), as formulações A e C são iguais, assim como B e D, E e G, e F e H.

Nas formulações A e C (vísceras de pacu) houve predominância dos ácidos graxos oléico (C18:1n-9), pentadecanóico (C15:0) e esteárico (C18:0), com teores médios de 43,25%, 28,58% e 15,32, respectivamente. Já nas formulações B e D (vísceras de pacu), observou-se a predominância de ácidos graxos vacênico (C18:1n-7), pentadecanóico (C15:0) e esteárico (C18:0) com teores médios de 48,09%, 27,92% e 15,11%, respectivamente.

Quando comparados com as vísceras de pintado, observou-se uma quantidade maior de ácidos graxos, onde nas formulações E e G (vísceras de pintado) houve a predominância nos ácidos graxos vacênico (C18:1n-7), palmítico (C16:0) e linoléico (C18:2n-6) com teores médios de 36,11%, 23,64% e 15,78%, respectivamente. Para as formulações F e H, a predominância dos ácidos graxos foi semelhante às formulações anteriores, sendo que os maiores valores foram obtidos com vacênico (C18:1n-7), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), com teores médios de 45,59%, 23,06% e 10,29%, respectivamente.

Tabela 6. Composição em ácidos graxos do óleo bruto das vísceras de pacu e pintado com as formulações no tempo zero e com pasteurização.

Ácidos graxos	Tempo Zero Com Pasteurização							
	Formulações (%)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C14:0	-	-	-	-	-	-	-	-
C15:0	28,58	27,92	28,58	27,92	-	-	-	-
C16:0	-	-	-	-	23,65	23,06	23,65	23,06
C16:1n-7	3,58	3,29	3,58	3,29	2,28	2,79	2,28	2,79
C17:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:0	15,32	15,12	15,32	15,12	10,93	10,29	10,93	10,29
C18:1n-7	2,96	-	2,96	-	-	-	-	-
C18:1n-9	43,25	48,09	43,25	48,09	36,11	45,60	36,11	45,60
C18:2n-6	1,49	1,75	1,49	1,75	15,79	4,50	15,79	4,50
C20:1n-9	2,01	1,90	2,01	1,90	1,88	2,05	1,88	2,05
C20:2n-6	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:3n-3	-	-	-	-	1,32	1,46	1,32	1,46
C20:4n-6	-	-	-	-	1,08	-	1,08	-
C20:5n-3	-	-	-	-	-	3,61	-	3,61
C22:6n-3	-	-	-	-	2,09	-	2,09	-
Outros	2,79	1,92	2,79	1,92	4,88	6,64	4,88	6,64
AGS	43,91	43,04	43,91	43,04	34,57	33,36	34,57	33,36
AGMI	51,81	53,28	51,81	53,28	40,27	50,44	40,27	50,44
AGPI	1,49	1,75	1,49	1,75	20,27	9,57	20,27	9,57

A, B, C, D, E, F, G, H: formulações conforme a Tabela 1; C14:0: ácido mirístico; C15:0: ácido pentadecanóico; C16:0: ácido palmítico; C16:1n-7: ácido palmitoléico; C17:3n-3: ácido heptadecatrienóico; C18:0: ácido esteárico; C18:1n-7: ácido vacênico; C18:1n-9: ácido oléico; C18:2n-6: ácido linoleico; C18:3n-3: ácido linolênico; C20:1n-9: ácido gondóico; C20:2n-6: ácido eicosadienóico; C20:3n-3: ácido eicosatrienóico; C20:4n-6: ácido

araquidônico; C20:5n-3: ácido timnodônico; C22:6n-3: ácido cervônico; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGPI: ácido graxo poli-insaturado; AGS: ácido graxo saturado

A partir da composição dos ácidos graxos do tempo zero (vísceras de pacu e pintado), pode-se comparar com a composição de ácidos graxos de cada bactéria láctica utilizada nas silagens. Na obtenção da silagem biológica com *Lactobacillus rhamnosus*, pode-se observar mesmo comportamento nos ácidos graxos poli-insaturados nas vísceras de pacu comparado com *Bifidobacterium longum*, onde houve também aumento desses ácidos graxos em aproximadamente 25% (Tabela 7). Esse aumento também pode ter ocorrido pela ação das enzimas dessaturases e alongases já mencionadas anteriormente.

Nas formulações A e C (vísceras de pacu) houve predominância nos ácidos graxos oléico (C18:1n-9), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) com teores médios de 42,53%, 22,66% e 16,5%, respectivamente. Contudo nas demais formulações (tanto nas vísceras de pacu quanto nas de pintado) foi observado essa ordem de predominância desses ácidos graxos.

Foi observado que os ácidos graxos saturados e os insaturados desta silagem com *Lactobacillus rhamnosus*, também foram reduzidos comparados a composição do óleo bruto de ambas as vísceras.

Tabela 7. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com *Lactobacillus rhamnosus*.

Ácidos graxos	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>							
	Formulações %							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C14:0	2,29	1,83	1,69	2,12	-	1,37	-	1,40
C15:0	-	-	-	-	-	-	-	-
C16:0	21,37	22,35	23,95	23,48	25,60	17,53	19,98	16,94
C16:1n-7	-	4,96	4,18	5,04	2,83	4,29	4,06	4,19
C17:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:0	15,32	14,61	17,68	15,72	13,38	10,74	10,61	10,39
C18:1n-7	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:1n-9	44,03	42,55	41,04	41,31	41,28	30,53	37,81	29,93
C18:2n-6	5,35	8,15	6,41	6,07	5,32	14,50	7,81	15,24
C20:1n-9	3,56	2,26	2,47	2,52	1,50	3,76	2,85	3,30
C20:2n-6	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:3n-3	-	-	-	-	-	3,13	1,71	3,55
C20:4n-6	-	-	-	-	-	1,53	1,34	2,02
C20:5n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C22:6n-3	-	-	-	-	-	2,32	1,99	2,88
Outros	8,08	3,28	2,58	3,73	10,09	10,30	11,83	10,16
AGS	38,98	38,80	43,32	41,33	38,98	29,64	30,59	28,73
AGMI	47,59	49,78	47,69	48,87	45,61	38,58	44,72	37,42
AGPI	5,35	8,15	6,41	6,07	5,32	21,48	12,86	23,69

A, B, C, D, E, F, G, H: formulações conforme a Tabela 1; C14:0: ácido mirístico; C15:0: ácido pentadecanóico; C16:0: ácido palmítico; C16:1n-7: ácido palmitoléico; C17:3n-3: ácido heptadecatrienóico; C18:0: ácido esteárico; C18:1n-7: ácido vacênico; C18:1n-9: ácido oléico; C18:2n-6: ácido linoleico; C18:3n-3: ácido linolênico; C20:1n-9: ácido gondóico; C20:2n-6: ácido eicosadienóico; C20:3n-3: ácido eicosatrienóico; C20:4n-6: ácido araquidônico; C20:5n-3: ácido timnodônico; C22:6n-3: ácido cervônico; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGPI: ácido graxo poli-insaturado; AGS: ácido graxo saturado

Na silagem biológica com *Bifidobacterium longum*, a composição em ácidos graxos encontra-se na Tabela 8. Quando comparado o tempo zero com as silagens biológicas ficou evidente que ácidos graxos de cadeia longa não ocorreram nas formulações com vísceras de pacu.

Nas silagens com vísceras de pacu utilizando *Bifidobacterium longum*, houve predominância dos ácidos graxos oléico (C18:1n-9), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) nas formulações A e C, com teores médios de 39,71%, 24,81% e 14,94%, respectivamente. O mesmo foi observado nas formulações B e D, 36,38%, 21,08% e 14,36%, respectivamente. As formulações E, F, G e H apresentaram a mesma média percentuais de ácidos graxos com *B. longum*.

Segura (2012) encontrou na composição do óleo de pacu o ácido graxo palmítico (C16:0) sendo representado aproximadamente por 25,84% de sua composição, o que é similar ao encontrado nas silagens biológicas do presente estudo (23,39%).

Nesse mesmo trabalho, Segura (2012) descreveu sobre o ácido graxo esteárico (C18:0) também encontrados em pacu, totalizando em média 10% da sua composição. Quando comparado com o valor encontrado neste estudo, verificou-se que os mesmo foram próximos para esta silagem (14,94%).

Os ácidos graxos saturados encontrados nesta silagem foram semelhantes ao encontrado na composição do óleo bruto obtido em ambas as vísceras (Tabela 6). Para os ácidos graxos poli-insaturados, nas vísceras de pacu houve aumento de 24% em sua composição quando comparado ao tempo zero devido aumento do número de insaturações dos ácidos graxos monoinsaturados. Contudo, não houve alteração nas saturações dos ácidos graxos saturados. Perini et al. (2010) relatam em seu trabalho sobre a ação de enzimas como as dessaturases que atuam oxidando dois carbonos da cadeia com formação de duplas ligações, o que pode ter ocorrido neste aumento do ácidos graxos poli-insaturados.

Tabela 8. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com *Bifidobacterium longum*.

Ácidos graxos	<i>Bifidobacterium longum</i>							
	Formulações %							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C14:0	2,44	2,10	2,21	2,08	1,48	1,44	1,34	1,67
C15:0	-	-	-	-	-	-	-	-
C16:0	27,25	22,27	22,37	19,89	16,82	19,23	18,70	17,89
C16:1n-7	5,57	5,14	-	5,19	-	4,70	4,58	-
C17:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:0	15,08	15,13	14,80	13,58	10,22	11,49	11,52	10,94
C18:1n-7	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:1n-9	36,08	36,84	43,34	35,92	35,46	30,40	35,20	38,70
C18:2n-6	7,12	8,72	3,88	7,03	5,87	15,74	9,94	6,61
C20:1n-9	1,49	2,77	2,96	2,82	3,26	2,91	3,15	3,51
C20:2n-6	-	-	-	-	1,50	-	-	-
C20:3n-3	-	-	-	-	-	1,70	1,19	1,86
C20:4n-6	-	-	-	-	1,84	1,27	-	1,39
C20:5n-3	-	-	-	-	1,26	1,25	-	-
C22:6n-3	-	-	-	-	2,86	-	-	1,97
Outros	4,97	7,02	10,44	13,48	19,42	9,88	14,38	15,45
AGS	44,77	39,50	39,38	35,56	28,52	32,15	31,56	30,50
AGMI	43,14	44,75	46,30	43,93	38,72	38,00	42,93	42,22
AGPI	7,12	8,72	3,88	7,03	13,33	19,96	11,13	11,83

A, B, C, D, E, F, G, H: formulações conforme a Tabela 1; C14:0: ácido mirístico; C15:0: ácido pentadecanóico; C16:0: ácido palmítico; C16:1n-7: ácido palmitoléico; C17:3n-3: ácido heptadecatrienóico; C18:0: ácido esteárico; C18:1n-7: ácido vacênico; C18:1n-9: ácido oléico; C18:2n-6: ácido linoleico; C18:3n-3: ácido linolênico; C20:1n-9: ácido gondóico; C20:2n-6: ácido eicosadienóico; C20:3n-3: ácido eicosatrienóico; C20:4n-6: ácido araquidônico; C20:5n-3: ácido timnodônico; C22:6n-3: ácido cervônico; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGPI: ácido graxo poli-insaturado; AGS: ácido graxo saturado

Silagens biológicas inoculadas com *Lactobacillus sakei* (Tabela 9), foram semelhantes das silagens inoculadas com *Lactobacillus casei* (Tabela 13) na composição dos ácidos graxos.

A mesma predominância na composição dos ácidos foi observada. Neste caso, o que menos se representou foi o ácido mirístico (C14:0), com teor médio de 2,29% para os encontrados nas vísceras de pacu e 1,31% nas vísceras de pintado. O ácido mirístico é um ácido saturado que comumente encontrado em noz-moscada, manteiga e óleo de palma. Neste caso o mesmo fora encontrado em vísceras de pacu e pintado.

Tabela 9. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com *Lactobacillus sakei*.

Ácidos graxos	<i>Lactobacillus sakei</i>							
	Formulações %							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C14:0	2,28	2,12	2,40	2,38	1,48	1,47	1,14	1,13
C15:0	-	-	-	-	-	-	-	-
C16:0	21,03	21,80	21,84	22,94	19,93	18,85	23,94	18,81
C16:1n-7	6,08	5,63	6,20	5,90	4,66	4,70	3,87	4,04
C17:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:0	13,77	15,11	15,19	15,78	12,07	11,50	13,65	11,59
C18:1n-7	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:1n-9	42,12	41,96	38,78	42,41	28,95	47,20	35,17	30,52
C18:2n-6	3,92	3,88	3,09	-	15,53	-	12,29	14,57
C20:1n-9	3,63	2,92	3,69	3,13	3,22	3,54	2,42	3,34
C20:2n-6	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:3n-3	-	-	-	-	1,67	3,07	-	1,79
C20:4n-6	-	-	-	-	-	1,47	-	1,46
C20:5n-3	-	-	-	-	-	2,07	-	-
C22:6n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	7,18	6,58	8,81	7,46	12,48	6,12	7,51	12,76
AGS	37,08	39,03	39,43	41,10	33,48	31,82	38,74	31,53
AGMI	51,82	50,50	48,67	51,45	36,84	55,45	41,46	37,90
AGPI	3,92	3,88	3,09	0,00	17,20	6,61	12,29	17,81

A, B, C, D, E, F, G, H: formulações conforme a Tabela 1; C14:0: ácido mirístico; C15:0: ácido pentadecanóico; C16:0: ácido palmítico; C16:1n-7: ácido palmitoléico; C17:3n-3: ácido heptadecatrienóico; C18:0: ácido esteárico; C18:1n-7: ácido vacênico; C18:1n-9: ácido oléico; C18:2n-6: ácido linoleico; C18:3n-3: ácido linolênico; C20:1n-9: ácido gondóico; C20:2n-6: ácido eicosadienóico; C20:3n-3: ácido eicosatrienóico; C20:4n-6: ácido araquidônico; C20:5n-3: ácido timnodônico; C22:6n-3: ácido cervônico; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGPI: ácido graxo poli-insaturado; AGS: ácido graxo saturado

Já na Tabela 10, está demonstrada a composição dos ácidos graxos encontrados nos óleos da silagem utilizadas com *Lactobacillus brevis*. Nas vísceras de pacu observou-se uma única similaridade na composição dos ácidos graxos nas formulações A e C, correspondendo ao oléico (C18:1n-9), com teor médio de 46,69%, respectivamente. Em geral os ácidos graxos saturados, insaturados e poli-insaturados permaneceram na mesma média de composição dos óleos brutos das silagens. Entretanto observou-se alteração na formulação A, onde houve a diminuição de aproximadamente 6,5% na composição do ácido palmítico e um aumento na composição do ácido linoléico, passando de 1,91% do seu valor médio para 46,78%.

Tabela 10. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com *Lactobacillus brevis*.

Ácidos graxos	<i>Lactobacillus brevis</i>							
	Formulações %							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C14:0	1,80	-	-	-	1,41	1,26	1,28	1,12
C15:0	-	-	-	-	-	-	-	-
C16:0	1,69	27,78	27,51	26,54	24,18	24,44	23,52	25,03
C16:1n-7	-	2,32	2,13	2,14	4,78	4,40	4,70	4,17
C17:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:0	-	20,24	21,29	20,42	12,00	11,25	11,84	-
C18:1n-7	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:1n-9	47,80	46,04	45,58	47,10	46,85	41,56	44,59	41,77
C18:2n-6	46,78	1,92	1,81	2,00	-	4,74	-	5,52
C20:1n-9	-	-	-	-	2,15	2,03	2,42	1,83
C20:2n-6	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:3n-3	-	-	-	-	-	1,17	1,21	1,14
C20:4n-6	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:5n-3	-	-	-	-	-	1,37	1,36	-
C22:6n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	1,92	1,71	1,68	1,80	8,63	7,78	9,08	19,43
AGS	3,50	48,02	48,80	46,96	37,59	36,95	36,64	26,14
AGMI	47,80	48,35	47,71	49,24	53,79	47,99	51,71	47,76
AGPI	46,78	1,92	1,81	2,00	0,00	7,28	2,57	6,66

A, B, C, D, E, F, G, H: formulações conforme a Tabela 1; C14:0: ácido mirístico; C15:0: ácido pentadecanóico; C16:0: ácido palmítico; C16:1n-7: ácido palmitoléico; C17:3n-3: ácido heptadecatrienóico; C18:0: ácido esteárico; C18:1n-7: ácido vacênico; C18:1n-9: ácido oléico; C18:2n-6: ácido linoleico; C18:3n-3: ácido linolênico; C20:1n-9: ácido gondóico; C20:2n-6: ácido eicosadienóico; C20:3n-3: ácido eicosatrienóico; C20:4n-6: ácido araquidônico; C20:5n-3: ácido timnodônico; C22:6n-3: ácido cervônico; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGPI: ácido graxo poli-insaturado; AGS: ácido graxo saturado

Em silagens inoculadas com *Pediococcus acidilactici*, foi observado mesmo desempenho dos ácidos graxos, quando comparados com os inoculados com *Leuconostoc lactis*. Apresentando assim aumento nos ácidos graxos saturados, uma diminuição nos monoinsaturados e em relação aos poli-insaturados, obteve-se valor médio com a composição encontrada no óleo bruto das vísceras (Tabela 11).

Nas vísceras de pacu, foi encontrado 43,42% de ácido oléico (C18:1n-9), 28,14% de ácido palmítico (C16:0) e 14,7% de ácido esteárico (C18:0). Já nas vísceras de pintado foi encontrado 37,73% de ácido oléico (C18:1n-9), 24,93% de ácido pentadecanóico (C15:0) que já difere na predominância das encontradas em vísceras de pacu, e 11,17% de ácido esteárico (C18:0).

Tabela 11. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com *Pediococcus acidilactici*.

<i>Pediococcus acidilactici</i>								
AG	Formulações %							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C14:0	1,63	1,45	1,54	1,16	0,96	1,19	0,91	-
C15:0	-	-	-	-	25,34	25,02	-	24,45
C16:0	27,60	28,23	28,21	28,51	-	-	25,00	-
C16:1n-7	5,99	5,28	5,58	4,35	3,83	3,88	3,39	3,82
C17:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:0	14,33	14,86	14,48	15,11	11,38	10,52	11,56	11,22
C18:1n-7	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:1n-9	42,84	42,92	42,49	45,44	42,66	30,37	34,54	43,36
C18:2n-6	1,64	1,86	1,68	-	5,64	17,47	15,00	5,26
C20:1n-9	2,04	1,93	2,03	1,67	1,38	2,12	1,86	1,91
C20:2n-6	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:3n-3	-	-	-	-	-	1,16	1,07	1,19
C20:4n-6	-	-	-	-	-	1,13	-	-
C20:5n-3	-	-	-	-	-	1,49	-	1,34
C22:6n-3	-	-	-	-	1,50	-	1,13	-
Outros	3,94	3,48	4,00	3,76	7,31	5,67	5,55	7,45
AGS	43,57	44,53	44,22	44,78	37,67	36,72	37,47	35,67
AGMI	50,86	50,13	50,10	51,46	47,87	36,36	39,79	49,09
AGPI	1,64	1,86	1,68	0,00	7,14	21,25	17,19	7,79

A, B, C, D, E, F, G, H: formulações conforme a Tabela 1; C14:0: ácido mirístico; C15:0: ácido pentadecanóico; C16:0: ácido palmítico; C16:1n-7: ácido palmitoléico; C17:3n-3: ácido heptadecatrienóico; C18:0: ácido esteárico; C18:1n-7: ácido vacênico; C18:1n-9: ácido oléico; C18:2n-6: ácido linoleico; C18:3n-3: ácido linolênico; C20:1n-9: ácido gondóico; C20:2n-6: ácido eicosadienóico; C20:3n-3: ácido eicosatrienóico; C20:4n-6: ácido araquidônico; C20:5n-3: ácido timnodônico; C22:6n-3: ácido cervônico; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGPI: ácido graxo poli-insaturado; AGS: ácido graxo saturado

Conforme a Tabela 12 nas silagens com *Leuconostoc lactis* foi observado alteração na composição dos ácidos graxos saturados tendo aumento médio de 43,5% para 46,5% aproximadamente. O que pode notar também diminuição nos monoinsaturados, de 52% para 49% respectivamente.

Assim como nas demais silagens realizadas, os ácidos graxos predominantes em vísceras de pacu e pintado continuaram sendo oléico (C18:1n-9), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), com teores médios maiores em vísceras de pacu.

A ocorrência de uma maior porcentagem dos mesmos ácidos graxos encontrados nas vísceras de pacu sob a de pintado, pode ser explicado pelo alto teor lipídico total encontrado nas vísceras de pacu, que foi em média 50% de gordura nessa víscera.

Tabela 12. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com *Leuconostoc lactis*.

<i>Leuconostoc lactis</i>								
AG	Formulações %							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C14:0	1,55	1,54	1,75	1,52	1,11	1,28	1,02	1,28
C15:0	-	-	-	-	-	-	-	-
C16:0	28,51	28,87	28,47	28,88	24,59	24,14	24,00	23,84
C16:1n-7	5,14	5,17	5,76	4,97	3,77	4,56	3,88	4,60
C17:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:0	16,07	16,08	15,86	16,08	13,66	11,65	13,96	11,40
C18:1n-7	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:1n-9	41,43	43,62	40,34	41,58	31,83	28,40	30,11	42,34
C18:2n-6	1,44	-	1,35	1,47	13,77	18,80	15,54	3,87
C20:1n-9	2,10	1,89	2,23	2,02	1,76	2,09	1,79	2,11
C20:2n-6	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:3n-3	-	-	-	-	1,11	1,26	1,24	1,32
C20:4n-6	-	-	-	-	-	1,04	-	-
C20:5n-3	-	-	-	-	1,32	1,34	1,43	2,70
C22:6n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
Outros	3,76	2,83	4,25	3,49	7,08	5,44	7,02	6,52
AGS	46,14	46,48	46,08	46,48	39,36	37,07	38,98	36,53
AGMI	48,66	50,68	48,32	48,56	37,37	35,06	35,78	49,05
AGPI	1,44	0,00	1,35	1,47	16,20	22,43	18,21	7,90

A, B, C, D, E, F, G, H: formulações conforme a Tabela 1; C14:0: ácido mirístico; C15:0: ácido pentadecanóico; C16:0: ácido palmítico; C16:1n-7: ácido palmitoléico; C17:3n-3: ácido heptadecatrienóico; C18:0: ácido esteárico; C18:1n-7: ácido vacênico; C18:1n-9: ácido oléico; C18:2n-6: ácido linoleico; C18:3n-3: ácido linolênico; C20:1n-9: ácido gondóico; C20:2n-6: ácido eicosadienóico; C20:3n-3: ácido eicosatrienóico; C20:4n-6: ácido araquidônico; C20:5n-3: ácido timnodônico; C22:6n-3: ácido cervônico; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGPI: ácido graxo poli-insaturado; AGS: ácido graxo saturado

Nas silagens obtidas com *Lactobacillus casei* (Tabela13), praticamente não houve alteração na composição dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e nem poli-insaturados, o que nos submete a entender que não houve uma biossíntese dessa bactéria aos ácidos graxos.

Verificou-se também que houve mais ácidos graxos de cadeia longa do que os de cadeia curta. Somente nas vísceras de pintado foi encontrado o ácido cervônico (C22:6n-3), 1,81% respectivamente, é um ácido graxo essencial poliinsaturado de série ômega-3, de grande importância para a saúde.

Tabela 13. Composição em ácidos graxos dos óleos obtidos nas silagens biológicas com *Lactobacillus casei*.

Ácidos graxos	<i>Lactobacillus casei</i>							
	Formulações %							
	A	B	C	D	E	F	G	H
C14:0	1,11	-	-	-	-	-	-	-
C15:0	-	-	27,81	27,38	-	-	-	-
C16:0	27,92	25,50	-	-	22,34	22,68	24,31	21,95
C16:1n-7	4,83	3,50	4,09	4,16	2,72	1,95	2,41	2,38
C17:3n-3	-	-	-	-	1,31	-	1,10	1,58
C18:0	15,29	14,16	15,56	14,76	10,65	11,94	11,50	10,55
C18:1n-7	-	-	-	-	-	-	-	-
C18:1n-9	43,75	50,48	45,13	46,66	44,15	42,03	38,56	38,28
C18:2n-6	1,19	2,00	1,31	1,19	9,14	13,02	13,66	13,96
C20:1n-9	2,19	1,94	2,17	2,16	1,93	1,78	1,85	1,99
C20:2n-6	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:3n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C20:4n-6	-	-	-	-	-	-	-	1,29
C20:5n-3	-	-	-	-	-	-	-	-
C22:6n-3	-	-	-	-	1,75	1,58	1,64	2,27
Outros	3,71	2,42	3,93	3,69	6,02	5,01	4,97	5,75
AGS	44,32	39,66	43,38	42,14	32,99	34,62	35,81	32,50
AGMI	50,77	55,93	51,39	52,98	48,79	45,76	42,82	42,65
AGPI	1,19	2,00	1,31	1,19	12,20	14,60	16,40	19,10

A, B, C, D, E, F, G, H: formulações conforme a Tabela 1; C14:0: ácido mirístico; C15:0: ácido pentadecanóico; C16:0: ácido palmítico; C16:1n-7: ácido palmitoléico; C17:3n-3: ácido heptadecatrienóico; C18:0: ácido esteárico; C18:1n-7: ácido vacênico; C18:1n-9: ácido oléico; C18:2n-6: ácido linoleico; C18:3n-3: ácido linolênico; C20:1n-9: ácido gondóico; C20:2n-6: ácido eicosadienóico; C20:3n-3: ácido eicosatrienóico; C20:4n-6: ácido araquidônico; C20:5n-3: ácido timnodônico; C22:6n-3: ácido cervônico; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; AGPI: ácido graxo poli-insaturado; AGS: ácido graxo saturado

Com isso alguns autores relatam em seus estudos sobre qual método é mais eficaz e economicamente viável para a extração dos óleos contido nos resíduos dos peixes para a quantificação dos ácidos graxos. Arruda (2004) aponta três métodos de extração: Centrifugação, Soxhlet e Bligh e Dyer, avaliando o rendimento de óleo juntamente com o custo financeiro na utilização de solventes. Em seu estudo, pelo método de Centrifugação houve um melhor rendimento, além de não utilizar solvente para a extração. O mesmo aponta que pelo método de Bligh e Dyer além de utilizar solventes, os mesmo oferecem riscos tóxicos e explosivos e que pelo método de Soxhlet pode provocar a perda de aminoácidos pela oxidação e formação de peróxidos.

Já Guerra e Oña (2009) descreveram uma metodologia alternativa de extração de óleo de vísceras de truta arco-íris a qual se submete a duas etapas, a primeira pelo congelamento da matéria prima a aproximadamente -20°C (até

alcançar a solidificação) e a segunda ao aquecimento com temperatura controlada em média de 60°C.

Segundo este autor é um processo prático, conduzido a temperaturas inferiores às dos processos convencionais, pode ser realizado com equipamentos de uso comum, não requer a utilização de nenhum tipo de solvente e permite manejar volumes menores que os requeridos a nível industrial.

5 CONCLUSÕES

O mais importante para a obtenção da silagem biológica com resíduos de peixe, se consiste na capacidade das cepas de bactérias lácticas, fermentarem esses subprodutos da pesca e, capazes de produzir ácidos orgânicos, basicamente ácidos lácticos e ácidos acéticos, a fim de preservar o material ensilado e gerar ingredientes para alimentação animal. Este trabalho mostra que todas as cepas de BAL utilizadas nas duas vísceras de peixe levaram a produções de metabólitos e os valores de pH adequadas para a fermentação e preservação dos materiais correspondentes.

A pasteurização foi imprescindível para manter a concentração da microbiota acompanhante dos substratos o mais próximo de zero.

A totalidade de microrganismos mesófilos totais refletiu-se como o total de bactérias lácticas inoculadas.

Vísceras de pacu não foram adequadas para o processo de produção de silagem biológica devido sua alta concentração de gordura, que inibiu o crescimento das bactérias lácticas, apesar de ter contribuído na preservação do produto.

Houve diferenças no metabolismo das diferentes bactérias estudadas em termos de crescimento, adaptação e composição nutricional em relação aos diferentes substratos disponibilizados e temperaturas.

Lactobacillus rhamnosus NRRL B-442 obteve o maior crescimento na formulação F, enquanto *Lactobacillus brevis* NRRL-B 4527 apresentou o maior conteúdo proteico em mesma formulação, sendo assim são duas bactérias com potencial tecnológico para a elaboração de silagem biológica e que a formulação F demonstra ser a mais adequada para o processo de silagem biológica nas condições estudadas.

Os ácidos graxosoléico (C18:1n-9), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) foram os que apresentaram maiores percentuais, 40%, 23,39% e 13,78%, respectivamente.

Quanto a metodologia para extração dos óleos das vísceras de peixe, recomenda-se fazer um teste das metodologias mais comumente utilizadas e realizar uma caracterização dos perfis de ácidos graxos para cada metodologia, a fim de se obter um melhor rendimento na extração e uma maior confiabilidade da composição dos ácidos graxos, visto que dependendo de fatores adversos o mesmo pode ser degradado.

É importante notar que essas silagens são facilmente elaboradas e amigáveis ao meio ambiente, uma vez que se utilizam subprodutos da aquicultura, que são poluentes quando descartados no lixo urbano ou enterrados em aterros sanitários.

6 REFERÊNCIAS

ABDEL-RAHMAN, M. A.; TASHIRO, Y.; SONOMOTO, K. Lactic acid production from lignocellulose-derived sugars using lactic acid bacteria: overview and limits. **Journal Biotechnol**, v. 156, n. 4, p. 286 - 301, 2011.

ABDEL-RAHMAN, M. A.; TASHIRO, Y.; SONOMOTO, K. Recent advances in lactic acid production by microbial fermentation processes. **Biotechnology Advances**, v. 31, n. 6, p. 877 – 902, 2013.

ADAMS, M. R.; COOKE, R. D.; TWIDDY, D. R. Fermentation parameters involved in the production of lactic acid preserved fish-glucose substrates. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 22, n. 2, p.105-114, 1987.

ADAMS, M.; MITCHELL, R. Fermentation and pathogen control: a risk assessment approach. **International Journal of Food Microbiology**, v. 79, n. 1 - 2, p. 75 - 83, 2002.

AGOSTINHO, A. A.; BINI, L. M.; GOMES, L. C.; JÚLIO, H. F. Jr.; PAVANELLI, C. S.; AGOSTINHO, C. S. **Fish assemblages. In The Upper Paraná River floodplain: physical aspects, ecology, and conservations.** THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Eds), Backhuys Publishers, Leiden, p. 223 – 246, 2004a.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I.; JÚLIO, H. F. Jr. **Migratory fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. In Migratory Fishes of South America. Biology, Fisheries, and Conservation Status.** CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (Eds), World Fisheries Trust/World Bank/IDRC, 2004b.

ÁLVAREZ-LEÓN, E. E.; ROMÁN-VIÑAS, B.; SERRA-MAJEM, L. Dairy products and health: a review of the epidemiological evidence. **British Journal of Nutrition**, v. 96, n. 1, p. S94 - S99, 2006.

ARQUES, J. L.; RODRIGUEZ, E.; GAYA, P.; MEDINA, M.; GUAMIS, B.; NUNEZ, M. Inactivation of *Staphylococcus aureus* in raw milk cheese by combinations of high-pressure treatments and bacteriocin-producing lactic acid bacteria. **Journal of Applied Microbiology**, v. 98, n. 2, p. 254 – 260, 2005.

ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. Piracicaba, 2004. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Universidade de São Paulo, 2004.

ARVANITOYANNIS, I. S.; KASSAVETI, A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 43, n. 4, p. 726 - 745, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: **ABNT**, 1987.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 16. ed. v. I e II, 1995.

AVERINA, E. S.; KUTYREV, I. A. Perspectives of using of marine and freshwater hydrobionts oils for development of drug delivery systems. **Biotechnology Advances**, v. 29, n. 5, p. 548-557, 2011.

BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 2 ed. Santa Maria: Ed. UFSM. 608 p.2010.

BORGHESI, R. **Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácidas, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**.2004. 108p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, 2004.

BORGHESI, R.; PORTZ, L.; OETTERER, M.; CYRINO, J. E. P. 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.

BRANDÃO, P. A.; COSTA, F. G. P.; BARROS, L. R.; NASCIMENTO, G. A. J. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 1, p. 5 – 14, 2005.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2010**. Brasília, DF, 2012. 129 p. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf>. Acesso em: 25/07/2013.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Sistema de Informações Territoriais**. Disponível em: <<http://sit.mda.gov.br/download.php>>. Acesso em: 27/08/2013.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias**. 3 ed. Brasília: CODEVASF. 115 p. 1988.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal: Manual de Identificação**. Embrapa, Serviço de Produção de Informação, Brasília. 227 p. 2007.

BUTOLO, J.E. Utilização de ingredientes líquidos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Campinas: SP. **Anais CBNA**, 2001, p. 295-305, 2001.

CAMPOS, J. L. O cultivo do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*, Spix; Agassiz, 1829), outras espécies do gênero *Pseudoplatystoma* e seus híbridos. In BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (org.), **Espécies nativas para pisciculturas no Brasil**. Ed. UFSM, p. 335-361, 2010.

CARR, F. J.; CHILL, D.; MAIDA, N. The lactic acid bacteria: a literature survey. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 28, n. 4, p. 281 - 370, 2002.

CARRERO, J. J.; MARTÍN-BAUTISTA, E.; BARÓ, L.; FONOLLÁ, J.; JIMÉNEZ, J.; BOZA, J. J.; LÓPEZ-HUERTAS, E. Efectos cardiovasculares de los ácidos grasos omega-3 y alternativas para incrementar su ingesta. **Nutrición Hospitalaria**, v. 20, n. 1, p. 63-69, 2005.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. V. J.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F.; CARVALHO, B. M. A. Silagem de resíduo de peixe em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 126 – 130, 2006.

CATELLA, A. C.; PEIXER, J.; PALMEIRA, S. da S. **Sistema de controle de pesca de Mato Grosso do Sul, SCPESCA/MS - 1 maio/1994 à abril/1995**. Corumbá, MS: EMBRAPA-CPAP/SEMADES-MS. (EMBRAPA-CPAP, Documentos (16). 49 p. 1996.

CONTRERAS, E. G. Bioquímica de pescados e derivados. Jaboticabal: **FUNEP**, 1994.

COSTA, C. S.; SCHOFFEN, D. B.; SILVA, L. A. **Estudo do processo de silagem e da possibilidade de sua implantação industrial**. Projeto de Graduação Engenharia de Alimentos, Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande, 2002.

COTTER, P. C.; HILL, C.; ROSS, R. P. Bacteriocins: developing innate immunity for food. **Nature Reviews Microbiology**, v. 3, n. 10, p. 777 - 788, 2005.

CREXI, V. T. **Refino de óleos de pescado provenientes do processo de silagem ácida e termomecânico de farinha**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2005.

deMARTINIS, E. C. P., SANTAROSA, P. R., FREITAS, F. Z. Caracterização preliminar de bacteriocinas produzidas por seis cepas de bactérias lácticas isoladas de produtos cárneos embalados a vácuo. **Ciência & Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 195 – 199, 2003.

DOURADOS. **Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico Sustentável**. Disponível em:<<http://semdes.dourados.ms.gov.br/departamentos/agricultura/dourados-ganha-seu-primeiro-frigorifico-de-peixes>>. Acesso em 29/08/2013a.

DOURADOS. **Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico Sustentável**. Disponível em: <<http://semdes.dourados.ms.gov.br/departamentos/agricultura/projeto-piscicultura>>. Acesso em 29/08/2013b.

DISNEY, G. J.; TATTERSON, I. N.; OLLEN, J. Recent development in fish silage. In: Conference on the handling processing and marketing of tropical fish, London, **Proceedings**. London: Tropical Products Institute, p.321- 340, 1977.

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, n. 3, p. 259-270, 1989.

ESPE, M.; LIED, E. Fish silage prepared from different cooked and uncooked raw materials: Chemical changes during storage at different temperatures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, n. 2, p. 327-332, 1999.

ESPÍNDOLA FILHO, A. **Aproveitamento de resíduos sólidos de pescado como fertilizante marinho**. São Paulo, 1997. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Machenzie, 1997.

FAGBENRO, O. A. Dried fermented fish silage in diets for *Oreochromis niloticus*. **The Israeli Journal of Aquaculture**, v. 46, n. 3, p.140-147, 1994.

FAGBENRO, O. A.; JAUNCEY, K. Water stability, nutrient leaching and nutritional properties of moist fermented fish silage diets. **Aquacultural Engineering**, v. 14, n. 2, p. 143-153, 1995a.

FAGBENRO, O. A.; JAUNCEY, K. Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus*) fed dry diets containing co-dried lactic acid - fermented fish silage and protein feedstuffs. **Bioresource Technology**, v. 51, n. 1, p. 29-35, 1995b.

FAGBENRO, O.; BELLO-OLUSOJI, O. A. Preparation, nutrient composition and digestibility of fermented shrimp head silage. **Food Chemistry**, v. 60, n. 4, p. 489-493, 1997.

FAO. **The Production of Fish Meal and Oil**. FAO Fisheries Technical Paper - 142. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, 1986. Disponível

em: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/X6899E/X6899E00.HTM>>. Acesso em: 25/07/2013.

FAO. **Feeding pigs in the tropics**. FAO Animal Production and Health, n.132. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, 1997. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/w3647e/w3647e00.HTM>>. Acesso em: 12/08/2013.

FAO. **El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura**. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, 2004. 168 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/007/y5600s/y5600s00.htm>>. Acesso em: 28/08/2013.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture**. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, 2012. 230 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>>. Acesso em 01/08/2013.

FAO. **Statistical Yearbook: World Food and Agriculture**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, 2013. 307 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3107e/i3107e00.htm>>. Acesso em 02/08/2013.

FURUYA, W. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B.; SOARES, C. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1912-1917, 2000.

GAO, Y.; JIA, S.; GAO, Q.; TAN, Z. A novel bacteriocin with a broad inhibitory spectrum produced by *Lactobacillus sake* C2, isolated from traditional Chinese fermented cabbage. **Food Control**, v. 21, n. 1, p. 76 – 81, 2010.

GÁLVEZ, A.; ABRIQUEL, H.; LÓPEZ, R. L.; OMAR, N. B. Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 120, n. 1 - 2, p. 51 - 70, 2007.

GERIS, R.; SANTOS, N.; AMARAL, B.; MAIA, I.; CASTRO, V.; C. Reação de Transesterificação para Aulas Práticas de Química Orgânica. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1369-1373, 2007.

GHANBARI, M.; JAMI, M.; DOMIG, K. J.; KNEIFEL, W. Seafood biopreservation by lactic acid bacteria - a review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 54, n. 2, p. 315 – 324, 2013.

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.

GONG, H. S.; MENG, X. C.; WANG, H. Plantaricin MG active against Gram-negative bacteria produced by *Lactobacillus plantarum* KLDS1.0391 isolated from “Jiaohe”, a traditional fermented cream from China. **Food Control**, v. 21, n. 1, p. 89 - 96, 2010.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C.; TURNAY, J.; FERNÁNDEZ-DÍAZ, M. D.; OLMO, N.; LIZARBE, M. A.; MONTERO, P. Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. **Food Hydrocolloids**, v. 16, n. 1, p. 25 - 34, 2002.

GUERRA, J.; OÑA, M. **Obtención de aceite de vísceras de pescado, caracterización de los ácidos grasos presentes y su efecto en la alimentación de pollos parrilleros y trucha arco-íris**. 2009. 137p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agropecuária) – Instituto Agropecuario Superior Andino, Escuela Politécnica del Ejército– ESPE. Sangolquí (Ecuador). 2009.

HALL, G. M. **Silage from tropical fish**. Nottingham: University of Nottingham, 1985. 278p. Tese (Doutorado). University of Nottingham, 1985.

HAHN, N. S.; FUGI, R.; ANDRIAN, I. F. **Trophic ecology of fish assemblages. In: The Upper Paraná River Floodplain: physical aspects, ecology, and conservation**. THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. M. (Eds), Bachuys Publishers, Leiden, p. 247 – 269, 2004.

HAMMOUMI, A.; FAID, M.; EL-YACHIOUI, M.; AMAROUCH, H. Characterization of fermented fish waste used in feeding trials with broilers. **Process Biochemistry**, v. 33, n. 4, p. 423-427, 1998.

HOFVENDAHL, K.; HAHN-HÄGERDAL, B. Factors affecting the fermentative lactic acid production from renewable resources. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 26, n. 2 - 4, p. 87 – 107, 2000.

HONCZARYCK, A.; MAEDA, L. S. **Crescimento do pirarucu, *Arapaima gigas*, utilizando dieta à base de ensilado biológico de pescado**. In: Congresso Sul-Americano de Aquicultura. 1998, Recife. Anais. Recife: Simbraq, v. 2, p. 93-100, 1998.

HUANG, Y.; LUO, Y.; ZHAI, Z.; ZHANG, H.; YANG, C.; TIAN, H. Characterization and application of an anti-Listeria bacteriocin produced by *Pediococcus pentosaceus* 05-10 isolated from Sichuan Pickle, a traditionally fermented vegetable product from China. **Food Control**, v. 20, n. 11, p. 1030 - 1035, 2009.

ISHIKAWA, M. M.; GONTIJO, V. P. M. **Núcleo de Pesquisa em Aquicultura de Mato Grosso do Sul**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Agropecuária Oeste. <<http://www.cpao.embrapa.br/portal/artigos/artigos/artigo8.html>> Acessado em 30/08/2013.

JACKSON, A. J.; KERR, A. K.; COWEY, C. B. Fish silage as a dietary ingredient for salmon. I. Nutritional and storage characteristics. **Aquaculture**, v. 38, n. 3, p. 211-220, 1984a.

JACKSON, A. J.; KERR, A. K.; BULLOCK, A. M. Fish silage as a dietary ingredient for salmon: II. Preliminary growth findings and nutritional pathology. **Aquaculture**, v. 40, n. 4, p. 283-291, 1984b.

JOMORI, R. K.; CARNEIRO, D. J.; MARTINS, M. I. E. G.; PORTELLA, M. C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. **Aquaculture**, v. 243, n. 1 – 4, p. 175 – 183, 2005.

KOMPIANG, I. P. Fish silage, its prospect and future in Indonesia. **Indonesia Agricultura Research and Development Journal**, v. 3, p. 9-12, 1981.

LAUFENBERG, G. Transformation of vegetable waste into added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v.87, n. 2, p. 167 - 198, 2003.

LEROY, F.; DE VUYST, L. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. **Trends in Food Science and Technology**, v. 15, n. 2, p. 67 - 78, 2004.

MARTINS, A. P.; YOKOYA, N. S.; COLEPICOLO, P. Comparison of extraction and transesterification methods on the determination of the fatty acid contents of three Brazilian seaweed species. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 22, n. 4, p. 854-860, 2012.

MATAMOROS, S.; PILET, M. F.; GIGOUT, F.; PRÉVOST, H.; LEROI, F. Selection and evaluation of seafood-borne psychrotrophic lactic acid bacteria as inhibitors of pathogenic and spoilage bacteria. **Food Microbiology**, v. 26, n. 6, p. 638 - 644, 2009.

MIRANDA, M. O. T.; RIBEIRO, L. P. Características zootécnicas do surubim *Pseudoplatystoma corruscans*. In: MIRANDA, M. O. T. (Org.). **Surubim**. Belo Horizonte: IBAMA, p. 43-56. (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca, 19), 1997.

MORAES, P. M.; PERIN, L. M.; ORTOLANI, M. B. T.; YAMAZI, A. K.; VIÇOSA, G. N.; NERO, L. A. Protocols for the isolation and detection of lactic acid bacteria with bacteriocinogenic potential. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, n. 9, p. 1320 – 1324, 2010.

MORAIS, M. M.; PINTO, L. A. A.; ORTIZ, S. C. A.; CREXI, V. T.; DA SILVA, R. L.; DA SILVA, J. D. Estudo do processo de refino do óleo de pescado. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n. 1, p. 23-33, 2001.

MORETTO, E.; FETT, R. **Tecnologia de óleos vegetais e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 150 p., 1998.

NASCIMENTO, M. S.; MORENO, I.; KUAYE, A. Y. Bacteriocinas em alimentos: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.11, n. 2, p. 120 - 127, 2008.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger principles of biochemistry*. **New York: Worth Publication**, 145p. 2000.

NES, I. F.; JOHNSBORG, O. Exploration of antimicrobial potential in LAB by genomics. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 15, n. 2, p. 100 – 104, 2004.

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

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, v. 5, p. 119-131, 1994.

OETTERER, M. **Agroindústrias beneficiadoras de pescado cultivado: unidades modulares e polivalentes para implantação, com enfoque nos pontos críticos higiênicos e nutricionais**. Piracicaba, 1999. 196p. Tese (Livre-Docência), Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, Universidade de São Paulo, 1999.

OETTERER, M.; ARRUDA, L. Silagem ácida – uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo do processamento do pescado. **Revista Aquicultura & Pesca**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 30-33, 2005.

OTTATI, M.; GUTIERREZ, M.; BELLO, R. Estudio sobre la elaboración de ensilado microbiano a partir de pescado proveniente de especies subutilizadas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.40, n. 3, p. 408-424, 1990.

PARIN, M. A.; ZUGARRAMURDI, A. Investment and production costs analysis in food processing plants. **International Journal of Production Economics**, v. 34, n. 1, p. 83-89, 1994.

PEREIRA, T. G.; OLIVA-TELES, A. Evaluation of corn gluten meal as a protein source in diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) juveniles. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 13, p. 1111-1117, 2003.

PERINI, J. A. L.; STEVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. O.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 6, p. 1075-1086, 2010.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish Silage: a review. CRC. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 16, n. 4, p. 383-419, 1982.

RANTSIOU, K., IACUMIN, L., CANTONI, C., COMI, G., COCOLIN, L. Ecology and characterization by molecular methods of Staphylococcus species isolated from fresh sausages. **International Journal of Food Microbiology**, v.97, n. 3, p. 277-284, 2005.

REDDY G.; ALTAF, M.; NAVEENA B. J.; VENKATESHWAR, M.; KUMAR, E. V. Amylolytic bacterial lactic acid fermentation - a review. **Biotechnology Advances**, v. 26, n. 1, p. 22 – 34, 2008.

RILEY, M. A.; WERTZ, J. E. Bacteriocins: evolution, ecology, and application. **Annual Review of Microbiology**, v. 56, p. 117 - 137, 2002.

- RIVERO, L. E.; VIANA, M. T. Effect of pH, water stability and toughness of artificial diets on the palatability for juvenile abalone, *Haliotisfulgens*. **Aquaculture**, v.144, n. 4, p.353-362, 1996.
- ROSS, P. R.; MORGAN, S.; HILL, C. Preservation and fermentation: past, presente and future. **International Journal of Food Microbiology**, v. 79, n. 1 – 2, p. 3 - 16, 2002.
- ROUBACH, R.; CORREIA, E. S.; ZAIDEN, S. F.; MARTINO, R. C.; CAVALLI, R. O. Aquaculture in Brazil. **World Aquaculture**, v. 34, n. 1, p. 28-34, 2003.
- RUBINO, M. **Offshore Aquaculture in the United States: Economic Considerations, Implications & Opportunities**. NOAA Technical Memorandum NMFS F/SPO-103. 263p. Silver Spring, MD: U.S. Department of Commerce, 2008.
- RUSTAD, T. Utilization of marine by-products. **Eletronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, Ourense, v. 2, n. 4, p. 1-9, 2003.
- SALES, R. O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromisniloticus*) em dietas experimentais com ratos**. Campinas, 1995. 174p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1995.
- SALES, J.; BRITZ, P. J. Apparent true availability of amino acids from common feed ingredients for South African abalone (*Haliotismidae* L.). **Aquaculture Nutrition**, v. 9, n. 1, p. 55-64, 2003.
- SANTOS, F. F. P.; MALVEIRA, J. Q.; CRUZ, M. G. A.; FERNANDES, F. A. N. Production of biodiesel by ultrasound assisted esterification of *Oreochromisniloticus*oil. **Fuel**, v. 89, n. 2, p. 275–279, 2010.
- SEGURA, J. G. **Extração e Caracterização de Óleos de Resíduos de Peixes de Água Doce**. Pirassununga, 2012. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2012.
- SHIRAI, K.; GUERREIRO, I.; HUERTA, S.; SAUCEDO, G.; CASTILLO, A.; OBDULIA-GONZALEZ, R.; HALL, G. M. Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. **Enzymeand Microbial Technology**, v. 28, n. 4 – 5, p. 446-452, 2001.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. F. S. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. São Paulo, Livraria Varela Editora, 2010.
- SINGH, S. K.; AHMED, S. U.; PANDEY, A. Metabolic engineering approaches for lactic acid production. **Process Biochemistry**, v. 41, n. 5, p. 991 – 1000, 2006.

SOBRINO-LÓPEZ, A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Use of nisin and other bacteriocinas for preservation of dairy products. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 4, p. 329 – 343, 2008.

SOCCOL, C. R.; VANDERBERGUE, L. P. S. Overview of applied solid state fermentation in Brazil. **Biochemical Engineering Journal**, v. 13, n. 2 - 3, p. 205-218, 2003.

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

STONE, F. E.; HARDY, R. W.; SHEARER, K. D.; SCOTT, T. M. Utilization of fish silage by rainbow trout (*Saltnognirdneri*). **Aquaculture**, v. 76, n. 1 – 2, p. 109-118, 1989.

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

TEJADA, M. Tratamiento de residuos sólidos de la industria transformadora del pescado. **Alimentación, Equipos y Tecnología**, v. 11, n. 7, p.123-129, 1992.

VALÉRIO, A. C. R. **Elaboração de silagem enzimática de pescado como alternativa ao processo tradicional**. Piracicaba, 1994. 101p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, 1994.

VÁZQUEZ, J. A.; NOGUEIRA, M.; DURÁN, A.; PRIETO, M. A.; RODRÍGUEZ-AMADO, I.; RIAL, D.; GONZÁLEZ, M. P.; MURADO, M. A. Preparation of marine silage of swordfish, ray and shark visceral waste by lactic acid bacteria. **Journal of Food Engineering**, v. 103, n. 4, p. 442 – 448, 2011.

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

VIDOTTI, R. M.; CARNEIRO, D. J.; VIEGAS E. M. M. Growth rate of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fingerlings fed diets containing co-dried fish silage as replacement of fish meal. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 12, n. 4, p. 77 - 88, 2002a.

VIDOTTI, R. M.; CARNEIRO, D. J.; VIEGAS E. M. M. 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, 2002b.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v.105, n. 1 – 4, p.199-204, 2003.

VIDOTTI, R. M. Tecnologias para o aproveitamento integral de peixes. **Curso técnica de manejo em piscicultura intensiva**. 2011. Disponível em: <http://www.cpaafap.embrapa.br/aquicultura/wp-content/uploads/2011/10/apresentacao_rose-vidotti_tecnologias-para-o-aproveitamento-integral-de-peixes.pdf>. Acesso em: 19/08/2013.

VIZCARRA-MAGAÑA, L. A.; AVILA, E.; SOTELO, A. Silage preparation from tuna fish wastes and its nutritional evaluation in broilers. **Journal of the Science Food and Agriculture**, v.79, n. 13, p.1915-1922, 1999.

UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 388-394, 2007.

URBINATI, E. C.; GONÇALVES, F. D. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In: **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**, p. 225 – 246, Ed. UFSM, 2005.

URBINATI, E. C.; GONÇALVES, F. D.; TAKAHASHI, L. S. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). In BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (org.), **Espécies nativas para pisciculturas no Brasil**, p. 205-244, Ed.UFSM, 2010.

ZAHAR, M.; BENKERROUM, N.; GUEROUALI, A.; LARAKI, Y.; EL YAKOUBI, K. 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.

ANEXOS

Anexo1 Procedimentos para a obtenção das vísceras.



Frigorífico



Descarte - Resíduos



Vísceras coletadas



Coleta



Vísceras bruta



Peneiramento



Escoamento



Escoamento

Anexo 2 Preparo das silagens.



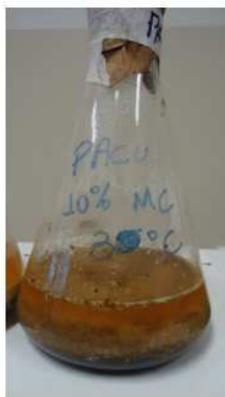
Moagem das vísceras



Visceras processadas



Melaço



Formulação pronta



Pasteurização



Pesagem

